АЛЬМАНАХ АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2021

ОБРАЩЕНИЕ ДИРЕКТОРА АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА» 7

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ 10

Подходы к формированию разделов 10

Подходы к выбору стран 13

1. ГРАНИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1.1 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ 20

Что такое цифровая зрелость и зачем необходимо ее оценивать? 20

Модели оценки цифровой зрелости 21

Выводы 35

1.2 ИЗМЕНЕНИЯ НА РЫНКЕ ТРУДА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 37

Введение 37

Вероятность сокращения рабочих мест 38

Поляризация рынка труда 41

Новые формы занятости 44

Социальное обеспечение и защита 45

Выводы 46

1.3 ОБРАЗОВАНИЕ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 49

Развитие цифровых компетенций 49

Дополнительное профессиональное образование и оценка индивидуальной цифровой зрелости 57

Оценка уровня цифровых компетенций в компаниях 59

Выводы 60

1.4 ПОДХОДЫ К КОЛЛЕКТИВНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ 62

Группа экстренного реагирования на инциденты компьютерной безопасности 62

Управление кибербезопасности, энергобезопасности и экстренного реагирования США 64

Система подготовки CESER в области кибербезопасности 65

Программа тестирования на кибербезопасность систем промышленного управления 66

Кибербезопасность в странах Европейского Союза 67
Инициативы Евросоюза в области кибербезопасности в энергетике. . 69
Центры обмена информацией и ее анализа (ISAC) 70
Инициативы ЕС по обмену информацией в области кибербезопасности 71
Инициативы по обмену информацией в области кибербезопасности, характерные для подсектора электроэнергетики 73
Выводы 74

2. МИРОВОЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В США, ЯПОНИИ И ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ

2.1 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В США 78
Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики США 78
Основные направления государственной политики США в области электроэнергетики. 82
Государство и цифровая трансформация электроэнергетики 83
Государственные механизмы финансирования инноваций 86
Инновации и новые бизнес-модели. 88

2.2 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ЯПОНИИ 98
Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики в Японии 98
Основные направления цифровизации электроэнергетики 100
Планы по цифровизации общества и индустрии 102

2.3 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ 110
Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики ОАЭ 110
Основные направления цифровизации электроэнергетики 111

2.4 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ГОНКОНГЕ 119
Текущее состояние направления развития электроэнергетики 119
Инновации и цифровизация электроэнергетического сектора 120

2.5 ВЫВОДЫ 135

ВЫВОДЫ ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ ОПЫТУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 136

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

ОБРАЩЕНИЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА», РУКОВОДИТЕЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ «СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ» . . . 140

ВВЕДЕНИЕ 142

3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТОВ CIM

3.1 ПРОЕКТ АО «СО ЕЭС» ПО СОЗДАНИЮ CIM-МОДЕЛИ 152

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

4.1 АО «НТЦ ФСК ЕЭС»: проект «Единая цифровая система энергосбережения» 157

4.2 ПАО «ИНТЕР РАО»: Внедрение автоматизированной информационной системы «Стандартное ТОРО в Группе компаний «Интер РАО». 161

4.3 ПАО «ИНТЕР РАО»: проект по созданию автоматизированной информационной системы учета результатов обхода и осмотра оборудования «Мобильный обходчик» 163

4.4 ПАО «РОССЕТИ МОСКОВСКИЙ РЕГИОН»: проект «Цифровой электромонтер» 167

5. ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ «ЦИФРОВОЙ СЕТИ» И УПРАВЛЕНИЕ ЕЙ

5.1 АО «СО ЕЭС»: Активные энергетические комплексы» 171

5.2 АО «СО ЕЭС»: Пилотный проект по разработке и внедрению целевой модели управления спросом на электроэнергию (Demand Response). 175

5.3 ПАО «РОССЕТИ»: Цифровая подстанция (типовые решения). 178

5.4 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Разработка, опытное внедрение и организация серийного производства платформенного решения кластерной цифровой подстанции с гибкой функциональной структурой 181

5.5 ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»: Пилотный проект по установке систем накопления электроэнергии для оптимизации стоимости покупки электроэнергии 183

5.6 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров 185

5.7 АО «СО ЕЭС»: Цифровое дистанционное управление оборудованием и устройствами объектов электросетевого комплекса, распределительных устройств электростанций. 188

6. ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

6.1 ПАО «РОССЕТИ»: Интеллектуальный мониторинг силового оборудования энергообъектов (АСМД). 193

6.2 ПАО «РОССЕТИ»: Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений. 196

6.3 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 198

6.4 ПАО «РОССЕТИ»: Дистанционный мониторинг состояния линейных объектов электросетевого комплекса с использованием БПЛА 202

7. ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ РЫНКА

7.1 ПАО «РОССЕТИ»: Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта 206

7.2 ПАО «ИНТЕР РАО»: Реализация проекта импортозамещения EMC Documentum 209

7 .3 ПАО «РОССЕТИ»: проект «Роботизированная обработка телефонных обращений». 213

7.4 ООО «ЦЕНТР 2М»: Мобильный оператор цифровых устройств 214

БЛАГОДАРНОСТИ 217

ОБРАЩЕНИЕ ДИРЕКТОРА АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА» А.С. КОРЧАГИНА

РОЛЬ БИЗНЕСА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ ТЭК

Сегодня становится понятно, что цифровая трансформация — это не просто глобальный тренд, а непременное условие устойчивого и конкурентного развития в современном мире. Изменения в отрасли начинаются с трансформации крупнейших компаний, которые меняют подходы к операционной деятельности и бизнес-модели под влиянием и за счет цифровых технологий. Именно бизнес играет роль драйвера трансформации, активно внедряя новые технологии и сервисы в борьбе за лидерство на рынке и лояльность клиента. Больше того, компаниям зачастую необходимо менять не только бизнес-модели, но и род деятельности, предоставляя принципиально новые виды услуг и продукты, ранее не включенные в долгосрочные программы развития.

В электроэнергетике, которая является одной из наиболее консервативных отраслей, рождается новая парадигма. Например, в конкуренцию сбытовых компаний включаются банки, предоставляя услуги по оплате сервисов. Крупные промышленные предприятия создают генерирующие мощности, не только обеспечивая собственные нужды, но и подключая заинтересованных потребителей. Системный оператор получает возможность через коммерческие механизмы влиять на динамику потребления. Подобные процессы становятся возможными за счет качественно нового уровня развития и интеграции автоматизированных систем управления и поддержки принятия решений. И это не ближайшее будущее, а текущая реальность. Чтобы сохранять устойчивое положение на рынке и выстраивать долгосрочные программы, энергетики должны больше кооперироваться с другими отраслями экономики, предоставлять комплексные решения, встраиваться в передовые концепции развития, такие как «умный город» и «интернет вещей». Цифровые решения, разрабатываемые и применяемые в энергетике, должны находить свое место в телекоммуникациях, на транспорте и в сельском хозяйстве.

Развивать внутренний рынок в сфере цифровых компетенций невозможно без участия в глобальной повестке. Наша задача — конкурировать не только внутри страны, но и во всем мире. Необходимо ставить перед собой амбициозные цели. Для этого наши технологии и решения должны не просто соответствовать мировому уровню, а опережать его. Уровень конкуренции и масштаб задействованных ресурсов в мире по данному направлению объективно подводит нас к необходимости консолидировать усилия на внутреннем рынке, формировать систему обмена опытом, зани-

мать активную позицию в разработке новых стандартов. В компаниях должны наращиваться и развиваться присущие им уникальные компетенции. Мы должны занять свою нишу на мировом рынке именно за счет инженерных компетенций и путем создания уникальных продуктов. Ключевая причина неудач в процессе цифровой трансформации – отсутствие комплексного подхода.

В связи с этим Ассоциация «Цифровая энергетика» (далее – Ассоциация), созданная в июле 2019 г., призвана стать отраслевым центром компетенций в области цифровой трансформации электроэнергетики. Ее роль — всестороннее содействие в создании благоприятной среды для развития цифровых технологий в государстве и внедрения их в компаниях сектора. Участниками Ассоциации в настоящее время являются ведущие компании электроэнергетики: ПАО «Интер РАО», АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети», госкорпорация «Росатом» и группа компаний «Интертехэлектро». Ассоциация работает сразу по нескольким направлениям, которые обеспечивают необходимое комплексное развитие внутри сектора: облегчает и налаживает информационный обмен между участниками, способствует формированию благоприятной нормативно-правовой базы, проводит экспертизу состояния отрасли и оценку мирового опыта цифровизации, содействует развитию цифровых компетенций членов Ассоциации.

Международный бенчмаркинг необходим для определения уровня цифровой зрелости России в глобальном контексте. Сравнивая Россию с другими аналогичными рынками, важно выявить лучшие практики и актуальные успешные подходы к продвижению цифровизации. В связи с этим оценка мирового опыта и постоянный его мониторинг являются одними из приоритетных задач Ассоциации.

Помимо этого, Ассоциация наращивает базу знаний цифровых технологий и решений, применимых в электроэнергетике, с фокусом на дальнейшую их апробацию на своей площадке. В случае наличия положительного эффекта такие решения целесообразно масштабировать не только в электроэнергетике, но и в других отраслях.

Эти две задачи и стали основанием для формирования Альманаха Ассоциации. В первой части мы собрали лучшие практики и обзоры мирового опыта за 2020 год, попытались понять, что такое цифровая зрелость и цифровая трансформация бизнеса, в том числе рассмотрев примеры конкретных стран. Во второй части представлен практический опыт членов Ассоциации: ПАО «Интер РАО», АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети», госкорпорации «Росатом» и группы компаний «Интертехэлектро», который сформирован в рамках обмена опытом между компаниями на площадке Ассоциации в 2020 году.

Почему именно альманах? Альманах — это непериодический сборник, содержащий сведения из различных областей общественной деятельности, обычно с указанием литературных новинок, научных достижений, законодательных изменений и т. п.

Наша цель — собрать лучшие практики в мире и в России (на примере конкретно наших членов), которые будут полезны при разработке стратегических документов компаний в области цифровизации. Поэтому и выбрана форма альманаха.

Надеемся, что наш первый опыт издания такого сборника станет доброй традицией и будет полезен не только членам нашей Ассоциации и компаниям отрасли, но и более широкому кругу интересующихся новейшими тенденциями технического прогресса.

С уважением,
Директор Ассоциации
«Цифровая энергетика»

А.С. Корчагин

ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

В 2019 году при подготовке Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики до 2030 г. (далее – Стратегия), одобренной Министром энергетики Российской Федерации А. В. Новаком и поддержанной отраслевым и экспертным сообществом в рамках организованных общественных слушаний, консультантами Ассоциации – компанией «Роланд Бергер» был проведен анализ международного опыта цифровой трансформации электроэнергетики. Стратегия и отчет по итогам обсуждения представлены на сайте Ассоциации [1].

Бенчмаркинг проводился по трем основным направлениям: анализ внешних рамочных условий, анализ институциональных систем поддержки и рассмотрение примеров внедрения цифровых решений.

Для проведения бенчмаркинга была сформирована группа сопоставимых стран. Исходя из географических и регуляторных особенностей электроэнергетического сектора России, по шести параметрам (климатическим условиям, структуре выработки электроэнергии, площади страны и проч.) были отобраны следующие страны: Аргентина, Германия, Канада, Китай, Норвегия, Великобритания и Франция. К основным выводам, сделанным «Роланд Бергер» в ходе реализации проекта, следует отнести выделение главных драйверов цифровизации в группе анализируемых стран. Наиболее часто стимулами цифровизации становятся запросы потребителей (характерно для Германии, Норвегии и Франции), а также внутренняя конкуренция в рамках цепочки создания стоимости (Германия, Китай, Франция).

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ РАЗДЕЛОВ

Оценка текущего мирового опыта полностью подготовлена работниками Ассоциации на основании публичных отчетных документов, обзоров компаний в области энергетики, ведущих мировых консалтинговых компаний, отраслевых и специализированных объединений, ведущих исследовательских университетов и иных источников. Здесь не было задачи проведения анализа и сопоставления с ситуацией в России в части развития цифровых технологий. Мы попытались собрать оценку мирового опыта, полезную для компаний, в том числе при разработке собственных стратегических документов в области цифровизации.

Дополнительно стоит отметить, что Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. о национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. отменено действие прошлой редакции, которую глава государства подписал 7 мая 2018 г. Президент России Владимир Путин определил цифровую трансформацию в качестве национальной цели развития до 2030 г., которая измеряется четырьмя показателями, в том числе «цифровой зрелостью» ключевых отраслей экономики и социальной сферы [2].

В 2020 г. Минцифры России были разработаны методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, но там так и не было закреплено понятие «цифровая зрелость». При этом приказами Минцифры России от 18 ноября 2020 г. (приказы № 600 и 601) утверждены методики значений расчета целевых показателей и методики расчета прогнозных целевых показателей национальной цели цифровой трансформации [3]. Все эти показатели и методики принимаются, чтобы оценить Россию с точки зрения цифровой зрелости в мировом рейтинге и возможности достижения лидирующих позиций. Но чтобы это сделать, необходимо понять, что такое «цифровая зрелость» и «цифровая трансформация» в мировой практике, какие методики расчета используют в мире, а с учетом этого – официально закрепить указанный термин. Это поможет российским компаниям при разработке собственных показателей, а контролирующим ведомствам – при осуществлении мониторинга руководствоваться едиными подходами.

При внедрении цифровых технологий основной задачей является соблюдение мер информационной безопасности и хранения данных, что особенно критично для отрасли ТЭК. Поэтому особо интересно проследить мировой опыт компаний в области защиты информации и противодействия киберугрозам.

Создание, поддержка и развитие цифровой инфраструктуры невозможны без соответствующих кадров. С учетом того, что цифровизация приводит к смене бизнес-моделей, происходит и изменение рынка труда. Здесь важно не только обеспечить отрасль нужными квалифицированными сотрудниками, но и сформировать необходимые инструменты обучения. Не зря показатели обеспечения ИТ-кадрами и уровня цифровых компетенций в том числе определяют лидерство тех или иных стран в цифровой трансформации экономики.

В ходе цифровизации в электроэнергетике, по оценке PWC, могут появиться как минимум восемь новых бизнес-моделей, причем не все из них подходят традиционным электроэнергетическим компаниям (рис. 1) [4]. Для успешной работы в будущем предприятиям энергетики придется подбирать на каждом этапе цепочки создания стоимости свою адаптированную бизнес-модель.

Наиболее близкая к российской традиционной инфраструктуре бизнес-модель – это **«Генерирующие и сбытовые компании»**. Такие компании занимаются производством и розничным сбытом электроэнергии на всех этапах создания стоимости, продавая розничную энергию клиентам на конкурентном рынке. Такие компании должны в постоянном режиме контролировать и упреждать риски: когда, например, инвесторы играют на рост капитализации генераторов, стоимость бизнеса поддерживает генерация, когда они играют на ее понижение, стоимость компании поддерживает сбыт [4].

«Чистые» торговцы. Компании, занимающиеся исключительно торговлей электроэ-

Варианты бизнес-модели

Рис. 1. Новые бизнес-модели в электроэнергетике [4]

нергией, владеют генерирующими активами, осуществляют их эксплуатацию и продают электроэнергию на конкурентном оптовом рынке по клиринговой цене регулируемого рынка или по цене, устанавливаемой по двусторонним договорам в результате переговоров. При этом стоит учитывать появление и значительный рост, особенно в Европе, использования альтернативных источников энергии: ветра и солнца [4].

Девелоперы сетей. В рамках такой модели электроэнергетические компании приобретают, проектируют, строят и эксплуатируют линии электропередачи, обеспечивающие подключение децентрализованных генераторов к местным операторам распределительных сетей, а также являются владельцами таких объектов. Разработчики сетей постоянно оценивают параметры системы в части удовлетворения текущих и будущих потребностей и ищут возможности обновления имеющихся активов и приобретения новых [4].

Операторы сетей. Операторы сетей обеспечивают работу объектов распределительных сетей и предоставляют доступ к своим сетям генерирующим компаниям, межсистемным ЛЭП и поставщикам услуг на розничном рынке. Их новой функцией может стать оптимизация платформы, предоставление данных и услуг, таких как интеграция распределенных энергетических ресурсов [4].

Разработчики инновационных продуктов. Разработчики инновационных продуктов предлагают электроэнергию и газ, а также продукты «за счетчиком», расширяя роль традиционного электро- и газоснабжающего предприятия. Продукты «за счетчиком» могут совмещать розничные пакетные предложения поставки, например, «зеленой энергии», с пакетами услуг и тарифными пакетами, формируемыми ради гибкости. Эта модель может дальше развиваться до интеллектуальных устройств, например, «энергетических хабов» [4].

Партнеры партнеров. Электроэнергетические компании, действующие в соответствии с моделью «Партнеры партнеров», предлагают товары и энергетические услуги, такие как эксплуатация электромобилей на протяжении всего жизненного цикла и обеспечение коммунально-бытовых удобств. Энергетическая компания может быть единственным поставщиком данных услуг, однако они с большей вероятностью будут приняты клиентом, если их будут предлагать совместно с поставщиками продукции известных брендов [4].

Value-add фирмы. Компании, которые позиционируют себя как предприятия, развивающие отрасль и создающие добавленную стоимость, эффективно используют свои основные компетенции, например, сбор и анализ данных, для укрепления своей роли и повышения ценности для клиента. Энергетическая компания становится предприятием, развивающим отрасль энергетики и создающим добавленную стоимость, если она обладает знаниями в области основной деятельности по управлению и контролю за энергоснабжением/энергопотреблением, а у потребителя недостаточно таких знаний и опыта [4].

«Виртуальные» энергетические компании. «Виртуальные» энергетические компании выступают в качестве агрегатора электроэнергии, вырабатываемой различными распределенными системами, и посредника между ними и энергетическими рынками. «Виртуальные» энергетические компании тоже действуют как интеграторы нетрадиционных активов и услуг, которые предоставляют потребителям третьи стороны (например, распределенных энергетических ресурсов), за пределами территории, которую они традиционно обслуживали [4].

Создание, формирование и реализация бизнес-моделей – нелегкий процесс, так как электроэнергетические компании вынуждены отходить от тех традиционных и стабильных моделей, которые они использовали на протяжении десятилетий. Однако разработка и принятие новых моделей – это ключевое условие обеспечения традиционным электроэнергетическим компаниям возможности стать участниками формирующихся новых рынков и не быть связанными ограничениями старых стандартов. Динамика развития рынка требует не только новых бизнес-моделей, но и коммерциализации образа мышления самих энергетиков.

Так, по мнению генерального директора компании Fortis (США) Барри Перри, «для формирования модели электроэнергетической деятельности потребуется много времени. Инновации, рост и аппетит к риску являются важными составляющими и должны стать неотъемлемой частью корпоративной культуры. Все сотрудники должны будут соответствовать новым требованиям: мыслить по-новому, иметь коммерческую жилку, быть открытыми к переменам и хорошо разбираться в новых технологиях. В центре внимания – создание возможностей для формирования отношений с новым поколением» [4].

Важно, что принятые бизнес-модели – это не просто определение функций. Возникает новая парадигма получения прибыли, где на смену тарифам приходят, в частности, цены за оказание услуг, плата за активы, сервисные модели договорных отношений, абонентская плата, плата за результаты. Энергетика должна становиться все более гибкой и клиентоориентированной, так как потребителю важно комплексное решение энергетических проблем и предоставление услуг, независимо от объекта. В мире многие электроэнергетические компании уходят от крупномасштабных поставок электроэнергии и вкладываются в модернизацию сети, которая по своей природе приносит более стабильные доходы. Некоторые из компаний уже сделали ставку на рынок энергоуслуг для формирования новых потоков выручки.

ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ СТРАН

Конкретный опыт цифровой трансформации, в первую очередь в энергетической отрасли, в Альманахе рассматривается на примере стран-лидеров: США, Гонконга и Объединенных Арабских Эмиратов, а также Японии, как страны, которая, казалось бы, должна занимать первое место среди всех лидеров, но ей присвоен статус «замедляющейся».

В 2020 г. в совместном исследовании Школы Флетчера при Университете Тафтса и компании Mastercard «Digital Evolution Scorecard» определены страны-лидеры цифровой трансформации [5, 6]. Рейтинг 90 экономик мира составлен на основании 160 индикаторов, отслеживающих четыре главных фактора: предложение, спрос, институты и инновации [5, 6]. Использовались как общедоступные, так и коммерческие данные из более чем 45 источников, а также анализ, проведенный командой Digital Planet. В рейтинге Digital Evolution Scorecard собраны данные по двум показателям: текущее состояние цифровизации в стране и ее скорость (измеренная как прирост баллов рейтинга за 12 лет – с 2008 по 2019 г.). Получившаяся «карта» (см. рис. 2) разделяет экономики на четыре группы: лидеры, замедляющиеся, перспективные и проблемные. Анализ строился по четырем направлениям:

Предложение: насколько развиты цифровая среда и физическая инфраструктура, необходимые для обустройства цифровой экосистемы? Сюда относятся доступность широкополосного интернета, качество дорог для доставки товаров из интернет-магазинов и прочие факторы.

Спрос: хотят ли и могут ли потребители участвовать в цифровой экономике? Есть ли у них необходимые инструменты и навыки, чтобы подключиться к ней?

Институты: законы страны (и действия правительства) способствуют или мешают развитию цифровых технологий? Инвести-

руют ли власти в цифровизацию? Принятые меры госрегулирования стимулируют или, наоборот, тормозят использование и хранение данных?

Инновации: насколько развиты главные составляющие экосистемы инноваций:

а) доступ к талантам и капиталу;

б) процессы (например, сотрудничеств между университетами и бизнесом);

в) выход к потребителю (новые цифровые масштабируемые продукты и услуги)?

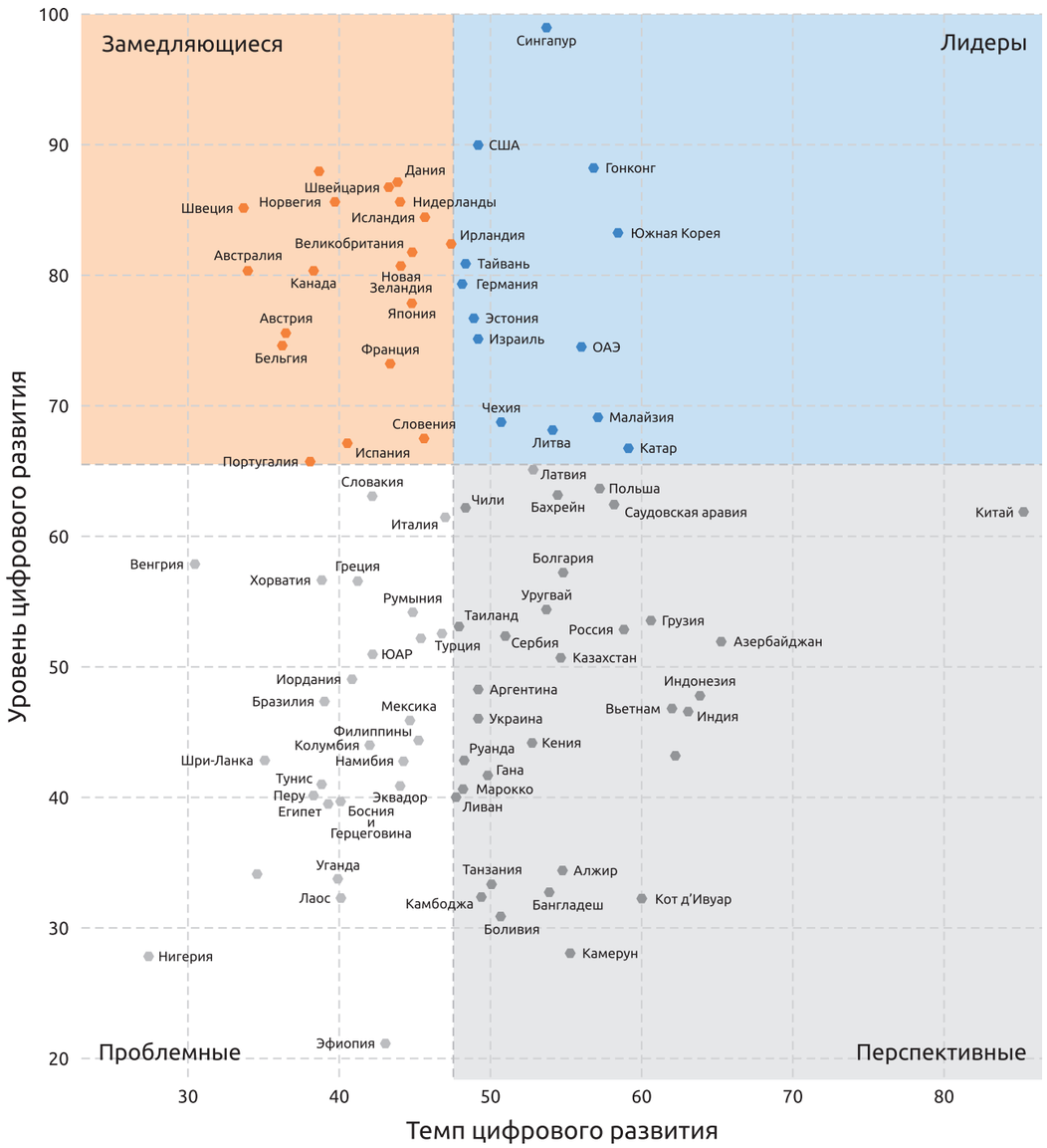


Рис. 2. Цифровая эволюция: состояние и скорость [5]

Лидеры. В эту группу входят экономики, которые отличает как высокий исходный уровень цифровизации, так и мощный темп развития интернет-технологий. Здесь особенно выделяются три страны: Южная Корея, Сингапур и Гонконг. Наряду с еще несколькими экономиками – например, Эстонией, Тайванем и ОАЭ – они стабильно попадают в число лидеров в таких индексах, демонстрируя как адаптивность, так и институциональную поддержку инноваций. Интересно, что США занимают второе место по цифровой эволюции после Сингапура: для экономики такого размера и сложности это выдающийся темп роста.

Анализ позволяет предположить, что в самых успешных из них выбраны следующие приоритеты [5, 6]:

1. Поддержка внедрения цифровых потребительских инструментов (интернет-торговля, цифровые платежи, развлечения и т. д.).

2. Привлечение, обучение и удержание ИТ-кадров.

3. Создание благоприятных условий для цифровых стартапов.

4. Обеспечение быстрого и повсеместного доступа в интернет (стационарного и мобильного).

5. Специализация на экспорте цифровых товаров, услуг или медиа.

6. Скоординированный инновационный процесс: университеты, бизнес и ответственные за цифровое развитие министерства.

Перспективные. Эту группу характеризуют экономики, чья цифровая инфраструктура пока ограничена, но которые стремительно цифровизируются. Здесь выделяется Китай: по темпу цифровой эволюции он существенно опережает все остальные страны – в первую очередь благодаря сочетанию быстро растущего спроса и инноваций. Еще два заметных участника группы – Индонезия и Индия: это крупнейшие экономики мира, тем не менее занимающие третье и четвертое места в рейтинге по темпам роста. В других развивающихся странах, например, в Кении, Вьетнаме, Бангладеш, Руанде и Аргентине цифровое развитие тоже идет ускоренными темпами, что указывает на потенциал расцвета цифровизации, которая благотворно повлияет как на восстановление экономики после пандемии COVID-19, так и на долгосрочную трансформацию. В перспективном секторе представлена и Россия, которая объявила цифровизацию национальной целью развития экономики до 2030 г.

Анализ позволил выявить следующие задачи, на которых концентрируются успешные прорывные экономики:

1. Улучшение мобильного интернета, повышение его доступности и качества для более широкого распространения инноваций.

2. Укрепление институциональной среды и развитие цифрового законодательства.

3. Поощрение инвестиций в цифровые предприятия, финансирование цифровых НИОКР, обучение ИТ-кадров и использование приложений для создания рабочих мест.

4. Меры по сокращению неравенства в доступе к цифровым инструментам по гендерным, классовым, этническим и географическим признакам (хотя во многом доступ по-прежнему остается неравномерным).

Замедляющиеся. К этой группе относятся страны со зрелыми цифровыми системами, но невысоким темпом дальнейшего развития. Многие из этих стран входят в Евросоюз. Отчасти это объясняется естественным замедлением роста, которое приходит со зре-

лостью. Кроме того, многие страны этой группы намеренно приняли решение пожертвовать темпом роста ради ответственного и инклюзивного развития. Чтобы вернуть темп роста (в то же время не отказываясь от своих ценностей), этим странам стоит сделать приоритетом следующие задачи [5, 6]:

1. Защита от «цифровых плато»: дальнейшие инвестиции в устойчивые институциональные опоры, регуляторную среду и рынки капитала для поддержки дальнейших инноваций.

2. Дальнейшее использование политических инструментов и регулирования для обеспечения равномерного доступа к цифровым возможностям и защита всех потребителей от нарушений конфиденциальности, кибератак и других угроз (и в то же время сохранение доступности данных для новых цифровых приложений).

3. Привлечение, обучение и удержание профессионалов с цифровыми навыками – зачастую посредством реформ иммиграционной политики.

4. Определение новых технологических ниш и создание экосистем, способствующих инновациям в этих сферах.

Проблемные. Наконец, последняя группа, куда вошли страны Африки, Азии, Латинской Америки и Южной Европы, отличается как проблемами в существующей цифровой экосистеме, так и низким темпом роста. Этим странам стоит брать пример с перспективных экономик в использовании цифрового роста как инструмента экономической устойчивости. В частности, в тех проблемных экономиках, где есть хороший спрос в цифровом сегменте, приоритеты должны быть следующими [5, 6]:

1. Долгосрочные инвестиции в решение базовых проблем с инфраструктурой.

2. Создание институциональной среды, которая поддерживает безопасное и широкое распространение цифровых продуктов и услуг среди потребителей, особенно если эти продукты способствуют созданию новых рабочих мест.

3. Поддержка инициатив по развитию цифрового доступа для сегментов населения, исторически находящихся в слабом положении (особенно посредством сотрудничества государства с частным бизнесом).

4. Поддержка приложений, которые решают насущные проблемы и тем самым могут стать катализаторами для распространения цифровых инструментов (например, платформ цифровых платежей).

Стоит отметить, что это третье издание рейтинга Digital Evolution Scorecard (его более ранние версии были опубликованы в Harvard Business Review в 2015 и 2017 гг.). Мы провели сравнение рейтинга цифровой эволюции стран за эти три года и получили следующую картину, показанную на рис. 3.

В соответствии с исследованиями 2015, 2017 и 2020 гг., к абсолютным лидерам по уровню цифровизации стран на протяжении всех лет относятся Сингапур, Гонконг, ОАЭ, Эстония и Израиль.

США и Южная Корея лидировали в 2015 г., затем темп цифровизации снизился (2017 г.), но обе страны вновь вырвались вперед в 2020 г. Не смогли удержать позиции Швейцария, Швеция, Канада и Ирландия, перешедшие из категории лидеров в категорию замедляющихся в темпах.

Больше всего удивляет Малайзия, которая за два года (с 2015 по 2017) из перспективной страны стала лидирующей. Резко повысились также позиции Саудовской Аравии, Португалии, Чили, Венгрии, но страны не смогли удержать позиции и опустились в рейтинге (2017-2020 гг.).

Рис. 3. Цифровая эволюция: взлеты и падения

Улучшили показатели Словения, Россия, Кения, Индонезия и Польша.

Стабильно демонстрируют замедление развития цифровизации на протяжении исследуемых годов Финляндия, Дания, Франция, Нидерланды, Норвегия, Австралия, Япония, Австрия, Бельгия, Испания.

Перспективными странами постоянно были и остаются Китай, Вьетнам и Индия, а в списке «проблемных» прочные позиции занимают Словакия, Греция и Египет.

Список использованных источников

1. Стратегия цифровой трансформации электроэнергетики // Веб-сайт Ассоциации «Цифровая энергетика». URL: https://www.digital-energy.ru/activity/materials/strategy-for-digital-transformation-electric-power-industry/ (дата обращения 18.02.2021).
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Веб-сайт Администрации Президента РФ. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/ 45726 (дата обращения 18.02.2021).
3. Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация», приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 601 «Об утверждении методик расчета прогнозных значений целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация»». // Веб-сайт «Консультант». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372437/, http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372513/ (дата обращения 18.02.2021).
4. Флаэрти Т. и др. Стратегии развития мировой электроэнергетики. Будущее электроэнергетики и игроки отрасли, определяющие ее успешное развитие. PwC, 2019. 60 с.
5. Самые цифровые страны мира: рейтинг 2020 года [Электронный ресурс]. URL: https://hbr-russia.ru/innovatsii/trendy/853688 (дата обращения 11.01.2021).
6. Chakravorti B. et al. Digital in the Time of COVID. Trust in the Digital Economy and Its Evolution Across 90 Economies as the Planet Paused for a Pandemic // Fletcher School and Tufts University. 2020. 80 p.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1

ГРАНИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1.1 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ И ЗАЧЕМ НЕОБХОДИМО ЕЕ ОЦЕНИВАТЬ?

В литературе существует множество определений цифровой трансформации (компании, отрасли, государства). Например, в источнике [1] цифровая трансформация трактуется как процесс, позволяющий улучшить положение компании путем запуска существенных изменений с применением информационных, компьютерных, коммуникационных и иных цифровых технологий. Также встречается определение, что цифровая трансформация – это изменение подходов к тому, как компании используют цифровые технологии для создания новых цифровых бизнес-моделей, создающих, в свою очередь, новые ценности [2]. В государственном управлении цифровая трансформация скорее трактуется как процесс изменения государственных услуг на основе цифровых технологий таким образом, чтобы они стали более доступными и адекватными запросам граждан [3].

Так как цифровая трансформация заявлена одной из национальных целей развития в России [4], то в последних методических документах также приводятся следующие трактовки данного термина.

Применительно к бизнесу под цифровой трансформацией понимается комплексное преобразование, связанное с переходом к новым бизнес-моделям, каналам коммуникаций с клиентами и поставщиками, продуктам, деловым и производственным процессам, корпоративной культуре, которые базируются на принципиально новых подходах к управлению данными с использованием цифровых технологий [5].

В сфере государственного управления цифровая трансформация представляет собой совокупность действий, осуществляемых государственным органом, направленных на изменение государственного управления и деятельности государственного органа по предоставлению им государственных услуг и исполнению государственных функций за счет использования данных в электронном виде и внедрения информационных технологий в свою деятельность [6].

Из этих и множества других определений следует, что цифровая трансформация является процессом, а значит, в тактическом и стратегическом смыслах при осуществлении цифровой трансформации компании необходимо, в первую очередь, понимать, на каком этапе данного процесса она находится. Собственно, положение компании (отрасли, государства) в процессе цифровой трансформации и называют уровнем цифровой зрелости (англ. термины digital maturity, digital readiness).

Необходимость оценки цифровой зрелости существует на начальном этапе цифровой трансформации, когда требуется оценить текущие компетенции компании. На сегодняшний день разработано значительное количество моделей оценки цифровой зрелости, которые позволяют применять системный подход как при планировании краткосрочных и среднесрочных проектов по изменению операционной деятельности, так и при разработке долгосрочных стратегий цифровой трансформации [7]. В общем случае системы оценки цифровой зрелости являются инструментом для закрепления статус-кво, разработки корпоративной стратегии «совершенствования» и сравнительного анализа как между подразделениями одной компании, так и между конкурирующими компаниями. Оценка цифровой зрелости позволяет компаниям сфокусироваться на запуске изменений именно по тем направлениям, где было выявлено отставание.

Модели для оценки зрелости компаний по тем или иным параметрам разрабатывались начиная с 1970-х гг. Эти модели предназначены также для использования в задачах стратегического планирования. В последние годы разработаны модели и для оценки цифровой зрелости. Условно их можно разделить на академические и на такие, которые широко применяются на практике. Академические модели, как правило, предназначены для проведения узкоспециализированных исследований, выявления определенных закономерностей и изменений. «Практические» модели достаточно часто разработаны на основе академических и широко внедряются консалтинговыми компаниями. Например, модели цифровой зрелости разработаны крупнейшими консалтинговыми компаниями: Deloitte, McKinsey, KPMG, EY, PwC, BSG, Roland Berger и др. Государственные структуры разрабатывают модели оценки цифровой зрелости для использования в государственных программах и проектах, например, в Сингапуре [8, 9]. В последние годы появились онлайн-платформы для самостоятельной оценки цифровой зрелости, реализующие те или иные модели. Например, такие возможности предоставляет Google (в сотрудничестве с BSG [10]) или Орхусский университет (Дания) [11]. Наконец, надо отметить, что появляются системы для индивидуальной оценки цифровой зрелости (цифровых компетенций), которые помогают спланировать индивидуальные траектории повышения квалификации. Подобную систему, например, разработала и поддерживает компания PwC [12].

В общем случае модель оценки цифровой зрелости представляет собой матрицу, в которую входят измеряемые параметры и соответствующие весовые коэффициенты, а также методику расчета некоего индекса цифровой зрелости. Сбор данных, как правило, осуществляется путем заполнения опросника. Различие моделей заключается именно в наборе измеряемых параметров и весовых коэффициентов, структуре опросника и методике расчета.

В данном разделе рассмотрены некоторые модели оценки цифровой зрелости, применяемые на практике (по данным открытых источников). К сожалению, консалтинговые компании в полной мере не раскрывают данные о моделях оценки цифровой зрелости, однако общие подходы можно определить по существующим материалам. При наличии материалов по оценке цифровой зрелости в электроэнергетической отрасли это выделялось особо.

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ

Deloitte

Модель оценки цифровой зрелости консалтинговой компании Deloitte разработана в партнерстве с TM Forum [13] и прошла апробацию в крупных телекоммуникационных компаниях (Orange, Huawei, AT&T, China Mobile, Vodafone и др.). По утверждениям разработчиков, данная модель является первым «индустриальным стандартом». Измерения проводятся по пяти основным параметрам:

- «Потребитель» – показывает уровень «цифрового партнерства» потребителя с компанией, то есть степень удобства взаимодействия по цифровым каналам;
- «Стратегия» – показывает, насколько изменяется бизнес в результате цифровых инициатив;
- «Технологии» – отражает обеспеченность цифровой стратегии средствами создания, обработки, обмена, хранения и защиты данных для удовлетворения потребностей клиентов;
- «Операционная деятельность» – показывает уровень использования цифровых технологий при осуществлении операционных процессов и решении задач;
- «Организация и корпоративная культура» – показывает соответствие уров-

ня корпоративной культуры целям развития цифровых компетенций, успешность выстраивания процесса движения к цифровой зрелости.

В рамках каждого направления происходит дальнейшая декомпозиция, что показано на рис. 4. В совокупности модель содержит 179 индивидуальных критериев, по которым оценивается цифровая зрелость компании. Среди них можно выделить, например, уровень доверия клиента компании, управление экосистемой продуктов, управление данными, защиту данных, методы управления проектами, лидерство и наставничество, систему поощрения талантов и др.

Авторы модели полагают, что она может применяться на всех этапах цифровой трансформации компании:

- на этапе разработки стратегии цифровой трансформации для определения уровня цифровой зрелости, определения возможностей и перспектив компании;
- на этапе разработки дорожной карты цифровой трансформации для приоритизации направлений, оценки влияния уровня цифровой зрелости на инициативы дорожной карты;
- на этапе реализации дорожной карты цифровой трансформации для определения эффектов от реализации инициатив, корректировки и увеличения эффективности.

Несмотря на то что авторами модели не представлены расчетные соотношения и опросник, можно увидеть, какие параметры признаются важными для оценки цифровой зрелости компании.

Ernst and Young

Аудиторская и консалтинговая компания Ernst and Young (EY) также разработала собственную модель оценки цифровой зрелости [14]. По структуре она аналогична разработанной Deloitte. Интерес представляет использование данной модели для оценки цифровой зрелости ТЭК России, в частности, электроэнергетики [15]. На рис. 5 показаны основные составляющие модели оценки цифровой зрелости (готовности), разработанной EY. К ним относятся: «цифровая ДНК», готовность институциональной среды и степень проникновения цифровых решений. В результате применения модели формируется интегральный индекс цифровой готовности (digital readiness level, DRL), который отражает уровень цифровизации

Рис.4. Параметры оценки цифровой зрелости в модели Deloitte [13]

Рис. 5. Составляющие модели оценки цифровой зрелости (готовности), разработанной компанией EY [15]

компании и определяет базис для цифровой трансформации отрасли.

В состав модели входит опросник, включающий более 170 вопросов, а также закрытая методика расчета индекса цифровой готовности. На рис. 6 показаны основные направления анализа в рамках модели.

Достоинством модели является возможность анализировать цифровую зрелость не только на уровне компании, но и на уровне отрасли и государства. Модель учитывает различия в бизнес-моделях различных компаний, размер компании. Апробация модели проведена уже более чем на 3 900 компаниях более чем из 42 стран мира. Сравнимой по широте охвата является модель оценки цифровой зрелости компаний Dell и Intel, однако она применима только для компаний ИТ-отрасли.

На рис. 7 показан индекс цифровой зрелости (готовности) электроэнергетики России в целом и по отдельным направлениям анализа [15]. Авторы исследования отмечают, что электроэнергетика находится в переходном состоянии между «развивающимся» и «развитым» уровнями, причем по направлениям анализа «Стратегия» и «Управление операционной деятельностью» наблюдается наибольшее продвижение. В то же время отмечается, что участники электроэнергетической отрасли в меньшей степени уделяют внимание цифровой трансформации вопросов маркетинга и персонализированного потребительского опыта.

Существуют возможности и для улучшения в области финансов, правового обеспечения, налогообложения и HR путем внедрения цифровых решений в области финансовой аналитики и налогообложения, а так-

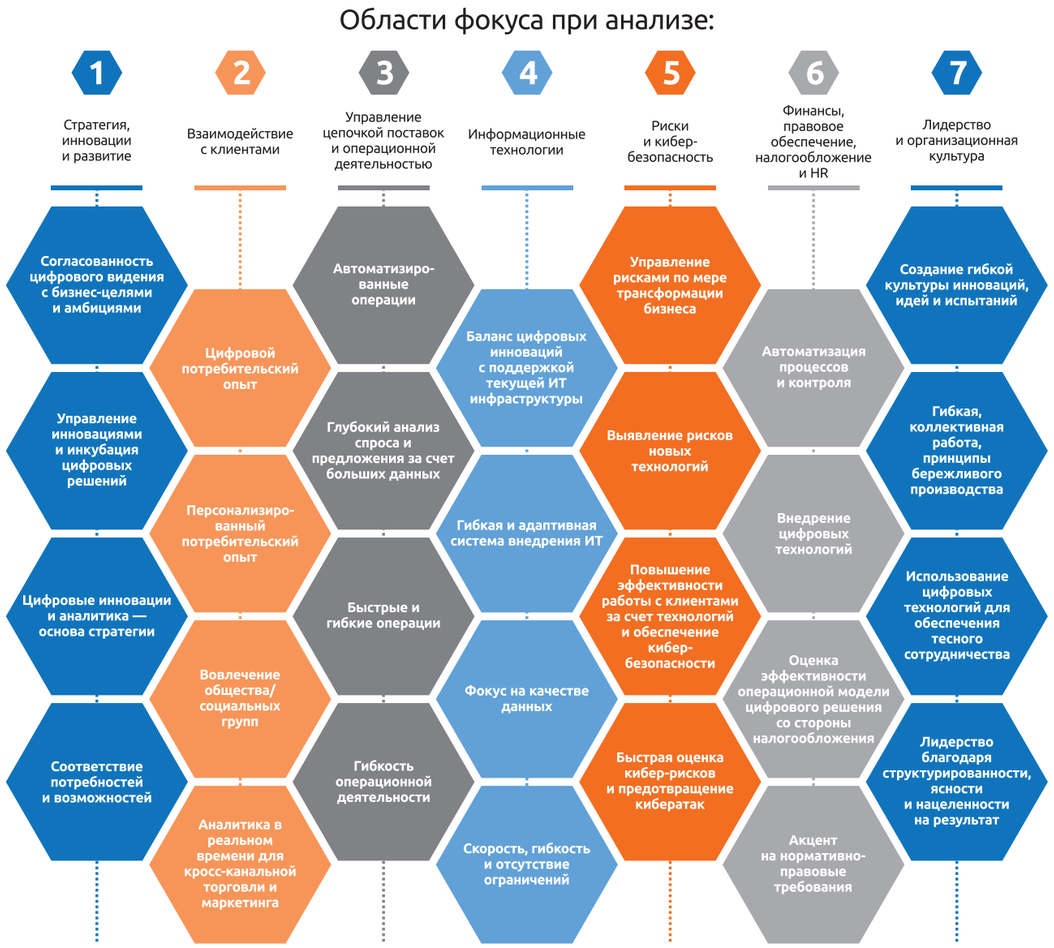


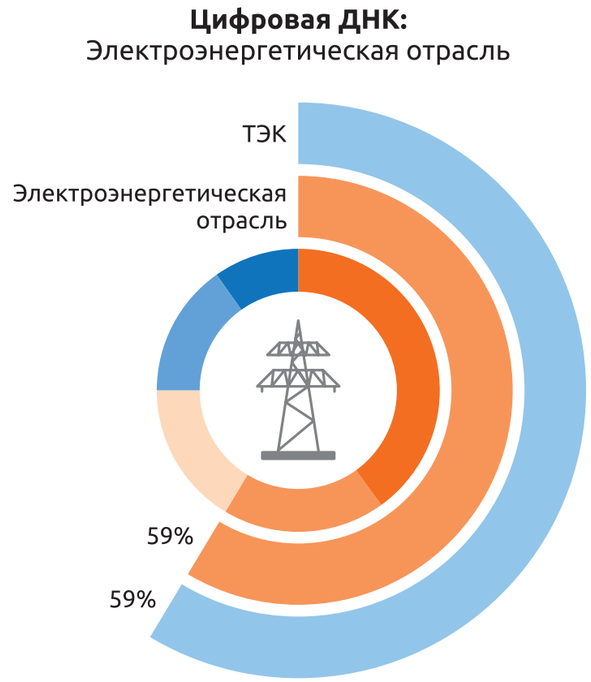
Рис. 6. Направления анализа цифровой готовности в рамках модели EY [15]

же трансформации жизненного цикла HR (от подбора персонала до выхода на пенсию, включая построение карьерного пути и карты компетенций, что актуально для электроэнергетики в связи с длительным циклом подготовки операционного персонала, особенно в области атомной энергетики) [15].

KPMG

Компания KPMG разработала ряд инструментов для оценки цифровой зрелости компаний [16, 17]. Основные направления анализа сходны с изложенными ранее. В табл. 1 приведен опросник (без детализации), который может быть использован для оценки цифровой зрелости компании с помощью модели KPMG.

В результате заполнения опросника и расчета по модели KPMG можно получить визуальную оценку уровня цифровой зрелости по различным направлениям, а также, что важно, сравнить уровень компании с другими. Диаграмма уровня цифровой зрелости по оценкам KPMG показана на рис. 8.



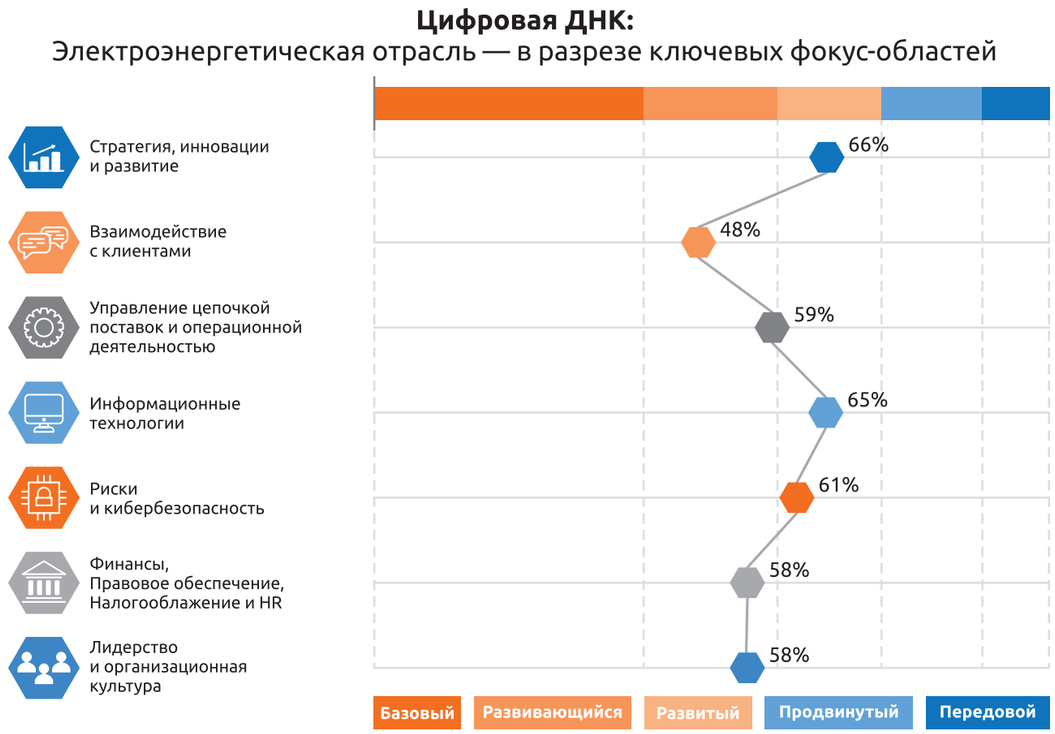


Рис. 7. Индекс цифровой готовности электроэнергетики России, определенный с помощью модели EY [15]

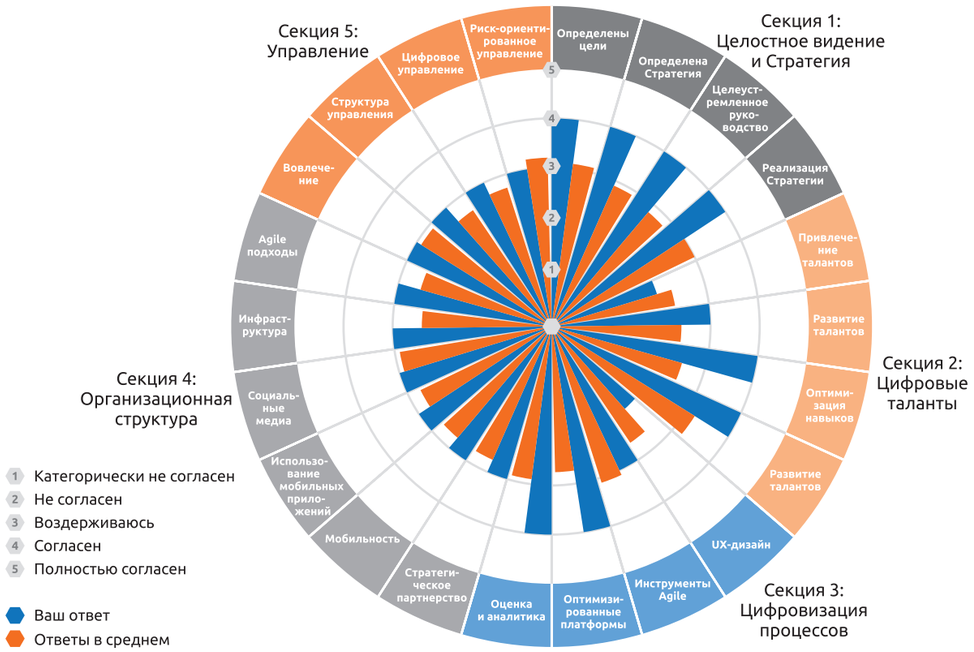


Рис. 8. Пример оценки цифровой зрелости по модели KPMG [16]

1. Целостное видение и стратегия
1.1 Высшее руководство изложило цели и задачи цифровой трансформации бизнеса, в том числе цели на текущий год?
1.2 Существует ли в компании корпоративная стратегия цифровой трансформации, направленная на решение проблем, связанных с улучшением взаимодействия с клиентами, работниками и партнерами?
1.3 Высшее руководство понимает опасность цифровых нарушений и придерживается разработанной стратегии цифровой трансформации?
1.4 Предоставляется ли сотрудникам богатый набор цифровых и мобильных технологий для реализации стратегии?
2. Цифровые таланты
2.1 Насколько активно привлекаются в компанию новые таланты традиционным путем (собеседование) и инновационным (например, хакатоны)?
2.2 Насколько программы повышения квалификации согласованы со стратегией цифровой трансформации?
2.3 Поддерживаются ли инициативы сотрудников для развития центров передового опыта?
2.4 Привлекаются ли внешние ресурсы для ускорения реализации инициатив цифровой трансформации?
3. Цифровизация процессов
3.1 Ориентируются ли на местный опыт при разработке и использовании цифровых решений в компании?
3.2 Используются ли методологии гибкой разработки для создания конкурентоспособных продуктов и реагирования на быстро изменяющиеся технологии?
3.3 Собираются ли данные (и насколько они адекватны) для оценки эффективности внедрения цифровых решений и бизнес-результатов?
4. Организационная структура
4.1 Способствует ли стратегия поиска поставщиков внедрению инноваций и передовых цифровых решений?
4.2 Насколько активно используются мобильные приложения и платформы в деятельности компании?
4.3 Насколько эффективно используются социальные медиа для оценки результатов?
4.4 Насколько оптимизирована инфраструктура для обеспечения требуемой масштабируемости и доступности?
5. Управление
5.1 Привлекаются ли технологические и бизнес-лидеры для принятия совместных решений о реализации тех или иных проектов цифровой трансформации?
5.2 Документируются ли подходы, политика и процессы внедрения цифровых технологий?
5.3 Существует ли орган управления цифровой трансформацией?
5.4 Существуют ли в компании механизмы управления рисками, которые позволяют выявлять потенциальные проблемы конфиденциальности, информационной безопасности и т. п.?

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Таблица 1. Опросник KPMG для оценки цифровой зрелости [16]

Roland Berger (ООО «Роланд Бергер»)

Консалтинговая фирма Roland Berger принимала участие в разработке Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики России [18, 19]. В ходе работы над Стратегией анализировался как международный опыт цифровой трансформации электроэнергетики, так и цифровая зрелость электроэнергетической отрасли России. Для этого использовалась модель оценки цифровой зрелости Roland Berger. Примечательна именно интегральная оценка для отрасли в целом, в отличие от оценки цифровой зрелости отдельных компаний.

Оценка цифровой зрелости проводилась по пяти основным направлениям, показанным на рис. 6: регулирование, цифровая инфраструктура, человеческий капитал, организационная структура, капитал и инвестиции. Диаграмма позволяет сразу выделить «отстающие» направления, на которых следует сконцентрировать усилия по цифровой трансформации.

Для выявления уровня цифровой зрелости участников энергетической отрасли проводились экспертные семинары и опросы (внутренний бенчмаркинг). Для внешнего бенчмаркинга анализировались открытые источники (например, данные World Bank)

Рис. 9. Матрица оценки цифровой зрелости электроэнергетики России (по материалам Roland Berger) [18]

и данные внешнего бенчмаркинга Roland Berger в сравниваемых странах. Пример отдельных вопросов при внутреннем бенчмаркинге показан на рис. 10.

Как и в других «закрытых» моделях, в модели Roland Berger пользователю неизвестны весовые коэффициенты по каждому из направлений анализа. Вместе с тем адекватность данной модели подтверждается многократной апробацией на различных компаниях.

Оценка цифровой зрелости Roland Berger позволила определить фокус Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики России, выделить «отстающие» направления. В частности, в сравнении с другими странами, необходимо развивать доступ бизнеса к финансам и капиталу, совершенствовать институты развития. Не менее важным оказалась необходимость развития организационной культуры компаний. Полученные материалы также послужили основой для дорожной карты реализации Стратегии.

Рис. 10. Примеры вопросов при оценке цифровой зрелости компаний отрасли (по материалам Roland Berger) [19]

DMAT

В Междисциплинарном центре развития цифрового бизнеса (Interdisciplinary Centre for Digital Business Development) Орхусского университета (Дания) разработана открытая система оценки цифровой зрелости Digital Maturity Assessment Tool (DMAT) [20]. Доступ к системе предоставляется онлайн и бесплатно. Система объединяет несколько академических моделей оценки цифровой зрелости.

Для оценки цифровой зрелости применяется опросник, включающий шесть основных разделов: стратегия, культура, организация, процессы, технологии, клиенты и партнеры. Каждое направление оценки цифровой зрелости подразделяется на определенные блоки, образуя в совокупности 30 измеряемых параметров (см. рис. 11).

В табл. 2 приведены основные вопросы, которые позволяют обеспечить оценку цифровой зрелости в рамках модели DMAT.

По результатам оценки цифровой зрелости проводится бенчмаркинг с уровнем цифровой зрелости отраслей. Оценка цифровой зрелости отрасли рассчитывается как среднее значение по результатам предшествующих опросов компаний. В результате оценки можно получить отчет, содержащий в том числе диаграмму (см. рис. 12), позволяющую сравнить цифровую зрелость организации со средним уровнем в отрасли.

Разработчики DMAT предлагают следующую схему использования системы:

1. Пройти DMAT-тест, причем давать как интегральные ответы от имени всей компании целиком, так и от отдельных подразделений, для того чтобы выявить различия.

2. Менеджмент должен оценить результаты для выявления направлений, работу на которых следует усилить.

Рис. 11. Измеряемые параметры в рамках DMAT [20]

Раздел	Круг вопросов
Стратегия	Существует ли в организации четкая стратегия цифровой трансформации? Является ли цифровизация основным элементом бизнес-стратегии организации? Обладает ли менеджмент должными компетенциями для проведения цифровизации? Каковы перспективы цифровизации в компании? Насколько стратегия цифровой трансформации донесена до сотрудников?
Культура	Поддерживают ли сотрудники цифровое развитие? Доверяют ли сотрудники данным из цифровых систем организации? Активно ли руководство поддерживает культуру цифрового роста? В какой степени цифровые технологии являются частью корпоративного языка и диалога в организации?
Организация	Каковы текущие возможности цифровизации? Какая ведется деятельность по развитию цифровых инициатив? Обладает ли организация компетенциями по созданию и сбору данных? Получают ли сотрудники необходимую подготовку для использования цифровых систем? Какие действия и идеи для новой цифровой деятельности должны быть инициированы? Разрабатываются ли новые бизнес-области и модели с использованием цифровых данных?
Процессы	Обладает ли организация компетенциями и системами для анализа данных? Обладают ли сотрудники достаточными знаниями о цифровых системах организации? Применяются ли данные в организации структурированным образом? Используются ли цифровые данные сотрудниками и руководством для принятия более обоснованных решений?
Технологии	Предоставляет ли компания цифровые решения в своих продуктах и услугах клиентам? Применяются ли цифровые коммуникации и электронная коммерция? Насколько активно компания ищет знания о новых технологиях для поддержки развития цифрового бизнеса? Подключает ли компания цифровые технологии для сбора данных?
Клиенты и партнеры	Учитываются ли в цифровых инициативах пожелания клиентов и партнеров? Связывается ли организация с клиентами и партнерами в цифровом виде для сбора данных по всей цепочке создания стоимости?

Таблица 2. Основные разделы опросника DMAT

Рис. 12. Диаграмма оценки цифровой зрелости (DMAT) [20]

3. Определить действия, которые необходимы для устранения отставания в отдельных направлениях, то есть разработать дорожную карту, содержащую инициативы цифровой трансформации.

4. Реализовать дорожную карту, вовлекая необходимых сотрудников, развивая цифровые компетенции, а также донося суть цифровых инициатив до персонала.

5. Вновь пройти тест DMAT для оценки уровня реализации дорожной карты и определения направлений, на которых следует сфокусироваться.

SIRI

Сингапурским Советом по экономическому развитию (Singapore Economic Development Board) представлен индекс готовности «умного» производства Smart Industry Readiness Index (SIRI) [8]. Индекс позволяет оценить соответствие компании требованиям «Индустрии 4.0»[1]. В развитие также разработана система приоритизации инициатив, позволяющая определить наиболее перспективные направления развития компании для достижения требуемого уровня готовности [21]. Хотя SIRI предназначен скорее для производственных компаний, он, в совокупности с системой приоритизации, является редким примером открытого комплексного инструмента, необходимого для осуществления цифровой трансформации компании. На рис. 13 показаны основные направления, по которым проводится оценка компании.

К верхнеуровневым направлениям относятся процессы, организация и технологии. В свою очередь они делятся на восемь под-

[1] Индустрия 4.0 — концепция комплексной автоматизации производства, включающая полномасштабное использование цифровых технологий обработки больших данных, промышленного интернета вещей, аддитивного производства, цифровых двойников, систем дополненной реальности и проч. [22]

Балл	Определение	Примечание
0	Повторяющиеся производственные процессы не автоматизированы.	Ручное производство
1	Повторяющиеся производственные процессы частично автоматизированы при значительном человеческом участии. Повторяющиеся вспомогательные производственные процессы не автоматизированы.	Производственные процессы осуществляются человеком с помощью оборудования, станков, в том числе частично с ЧПУ.
2	Повторяющиеся производственные процессы автоматизированы, участие человека минимально. Повторяющиеся вспомогательные процессы не автоматизированы.	Производственные процессы преимущественно осуществляются оборудованием и станками с ЧПУ. Участие человека заключается в инициации и завершении производственного процесса.
3	Производственные процессы полностью автоматизированы (участие человека отсутствует). Вспомогательные процессы автоматизированы частично (ограниченное участие человека).	Производственные процессы осуществляются исключительно оборудованием и станками с ЧПУ. Человек участвует в обработке незапланированных событий.
4	Автоматизация производственных процессов является реконфигурируемой. Повторяющиеся вспомогательные процессы автоматизированы частично.	Оборудование, станки (в том числе с ЧПУ) могут быть модифицированы, реконфигурированы в минимальные сроки по необходимости под новые производственные задачи. Минимальное участие человека необходимо для обработки незапланированных событий.
5	Гибкие производственные и вспомогательные процессы. Налажено взаимодействие систем управления и автоматизации для создания автономных производственных сетей.	Оборудование, станки (в том числе с ЧПУ) гибко интегрированы с системами управления для возможностей динамичного взаимодействия.

Таблица 3. Матрица оценки зрелости в рамках SIRI

разделов, включающих рассмотрение операционной деятельности, цепи поставок, управления жизненным циклом, автоматизации, системы взаимодействия (внутренней и внешней), разработки, подготовки кадров, организационной структуры и управления. В отношении структуры SIRI сходен с другими моделями оценки цифровой зрелости. Представляет интерес открытая система оценки по каждому из направлений [8]. В качестве примера приводим матрицу оценки готовности по направлению «Технологии», раздел «Автоматизация», производственный уровень (см. табл. 3).

Осуществив оценку зрелости по каждому из направлений с помощью соответствующих матриц, компания может сфокусироваться на приоритетах с помощью системы TIER [21]. Название системы приоритизации является акронимом от Today's state (текущее состояние), Impact to bottom line (влияние на итоговые результаты), Essential business objectives (основные цели бизнеса), References to the broader community (анализ опыта). На рис. 14 приведена формула, позволяющая определить приоритет каждого из направлений оценки SIRI.

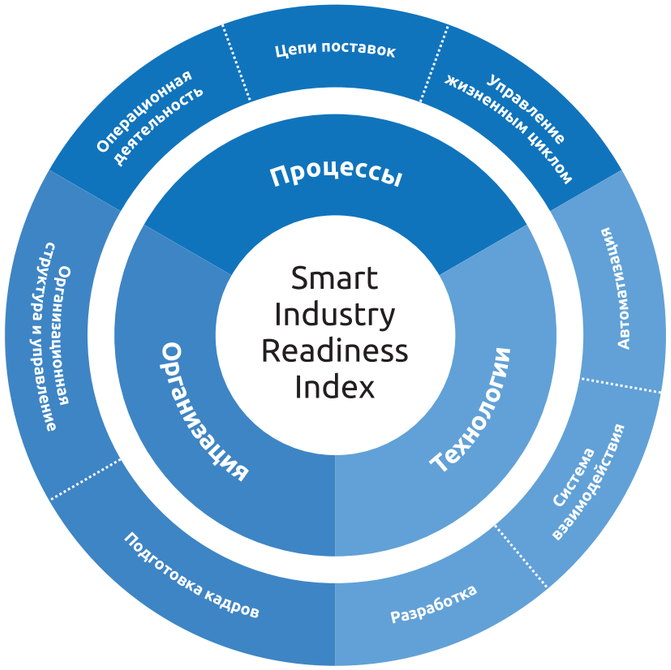


Рис. 13. Направления оценки SIRI [8]

Формула для оценки приоритетов цифровой трансформации

Уровень влияния по направлению оценки SIRI$_i$ = Взвешенный показатель затрат$_i$ + Взвешенный показатель КПЭ$_i$ + Взвешенный показатель близости к лидерам рынка$_i$

= W_c · Показатель затрат$_i$ + W_k · Показатель КПЭ$_i$ + W_p · Показатель близости к лидерам рынка$_i$

= W_c · [УЗЗ$_c$ · Показатель затрат]$_i$ + W_k · [УЗЗ$_k$ · Приоритетные КПЭ]$_i$ + W_p · [ПЛК - ОМС]$_i$

W — весовые коэффициенты, **УЗЗ$_c$** — уровень значимости затрат, **УЗК$_k$** — уровень значимости КПЭ,
Профиль затрат — разбивка затрат компании по отношению к выручке,
ПЛК — показатель лучших компаний в отрасли, **ОМС** — оценка по матрице SIRI

Рис. 14. Определение приоритетов цифровой трансформации [21]

Результат по матрице оценки		**Профиль затрат** (в % по каждому направлению)		**Приоритетные КПЭ** (выберите 5)	
Вертикальная интеграция	1	Послепродажное обслуживание, гарантия	0%	Повышение эффективности активов	
Горизонтальная интеграция	1	Амортизация основных средств	3%	Повышение производительности труда	X
Интегрированный жизненный цикл продукции	2	Оплата труда	24%	Повышение энергоэффективности	
Автоматизация на производственном уровне	1	Обслуживание и ремонт оборудования	1%		X
Автоматизация на корпоративном уровне	1	Сырье и материалы	38%	Повышение эффективности использования материалов	
Автоматизация оборудования	0	Аренда помещений и оборудования	0%	Повышение качества процессов	X
Связность на производственном уровне	0	Исследования и разработки	5%	Повышение качества продукции	
Связность на корпоративном уровне	2	Затраты на продажи и административные расходы	17%	Сокращение травматизма	
Связность на уровне оборудования	0	Логистика и дистрибуция	3%	Повышение безопасности	
Производственная аналитика	1	Производственные расходы (электроэнергия, тепло и проч.)	5%	Улучшение планирования и соблюдения производственной дисциплины	X
Корпоративная аналитика	2	**Горизонт планирования (выберите один вариант)**		Повышение гибкости производства	
Аналитика на уровне оборудования	0	Стратегический	X	Повышение гибкости использования рабочей силы	X
Повышение квалификации персонала	2	Тактический		Сокращение времени выхода на рынок	
Развитие лидерских компетенций	1	Операционная деятельность		Сокращение времени доставки	
Внутренняя и внешняя кооперация	2				
Стратегия и корпоративное управление	1				

Сравнение с лидерами отрасли						
Аэрокосмическая отрасль	Автомобилестроение	Электроника	Энергетика и химическое производство	Продукты питания	Общее машиностроение	Логистика
Нефтегазовая отрасль	Машины и оборудование	Медицинская техника	Фармацевтика	Точное машиностроение	Полупроводниковое производство	Легкая промышленность

Таблица 4. Опросный лист производственной компании в рамках SIRI.

В руководстве [21] приведены таблицы с весовыми коэффициентами, уровнями значимости, показателями лучших компаний в отрасли и другими данными, необходимыми для расчета. В результате возможно определить приоритетные направления, на которых надо сосредоточить усилия цифровой трансформации. Пример опросного листа для абстрактной производственной компании приведен в таблице 4.

В результате расчета по формуле (см. рис. 14) получено, что компании следует сосредоточить усилия на вертикальной и горизонтальной интеграциях в блоке «Процессы», развивать разработку на производственном уровне и поднимать управленческие компетенции в блоке «Организация».

ВЫВОДЫ

Системы (модели) оценки цифровой зрелости применяются на различных уровнях (подразделение, компания, отрасль, экономика государства) для определения приоритетных направлений цифровой трансформации. Оценка цифровой зрелости проводится на этапе стратегического планирования, при разработке дорожной карты по имплементации стратегии, а также после реализации отдельных ее этапов для выяснения эффективности реализации этапа и определения статуса цифровой трансформации.

Разработано большое количество академических и практических моделей для оценки цифровой зрелости. Академические модели разрабатываются научными организациями для отслеживания глобальных трендов цифровой трансформации, получения наиболее общих данных о состоянии отраслей. Практические модели разрабатываются консалтинговыми фирмами для решения задач цифровой трансформации в отдельных компаниях.

В большинстве моделей оценки цифровой зрелости применяется опросник, содержащий вопросы по некоторому числу направлений. В частности, выясняются вопросы планирования цифровой трансформации, организации операционной деятельности, корпоративной культуры, технологических возможностей, подготовки кадров. Опросники могут содержать от нескольких десятков, до нескольких сотен вопросов, причем в сложных моделях учитываются, например, ответы подразделений, дочерних обществ. В результате применения модели формируется оценка (индекс) по нескольким направлениям и лепестковая диаграмма, позволяющая сравнить цифровую зрелость компании, например, со средним уровнем в отрасли или с аналогичными компаниями в мире.

В отличие от консалтинговых фирм, модели которых являются закрытыми, институты развития и цифровой трансформации разрабатывают открытые модели, доступные любым компаниям. Такие модели могут быть достаточно сложными, как, например, модель DMAT [20]. В некоторых случаях разработан целый комплекс измерительных материалов, позволяющих запустить и контролировать процесс цифровой трансформации, как, например, система SIRI в Сингапуре [8, 21].

Консалтинговые фирмы Ernst and Young и Roland Berger проводили оценку цифровой трансформации электроэнергетической отрасли России в рамках отдельных проектов цифровой трансформации. Оценка цифровой зрелости Roland Berger показала необходимость развития доступа бизнеса к капиталу для финансирования цифровых проектов, совершенствования институтов развития. Оценка EY показала необходимость совершенствования механизмов взаимодействия с клиентом, развития в области финансов, правового обеспечения, налогообложения.

Список использованных источников

1. Vial G. Understanding digital transformation: A review and research agenda // Journal of Strategic Information Systems. 2019. V. 28. P. 118-144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.
2. Verhoef P. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research. 2019. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
3. Mergel I. et al. Defining digital transformations: Results from expert interviews // Government Information Quarterly. 2019. V. 36. I. 4. P. 101385.
4. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012 (дата обращения: 21.09.2020).
5. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием // Веб-сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/mr-po-tst-gk.pdf (дата обращения: 21.09.2020).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.10.2020 № 1646 «О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ 0001202010140027 (дата обращения: 14.10.2020).
7. Felch V. et al. Maturity Models in the Age of Industry 4.0 – Do the Available Models Correspond to the Needs of Business Practice? // Proc. of th 52nd Hawaii Int. Conf. on System Scniences. 2019. P. 5165-5174.
8. The Smart Industry Readiness Index. URL: https://siri.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/the-smart-industry-readiness-index.pdf (дата обращения: 21.09.2020).
9. Code of Australia. Digital Maturity Indicator. URL: https://codeforaustralia.org/digital-maturity-indicator/ (дата обращения: 21.09.2020).
10. Google Digital Maturity Benchmark. URL: https://digitalmaturitybenchmark.withgoogle.com/en/advertisers/ (дата обращения: 21.09.2020).
11. Digital Maturity Assessment Tool (DMAT). URL: https://dbd.au.dk/dmat/ (дата обращения 21.09.2020).
12. PwC Digital Fitness App. URL: https://www.pwc.com/ us/en/products/digital-fitness.html (дата обращения: 21.09.2020).
13. Deloitte Digital Maturity Model. Achieving digital maturity to drive growth. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Techno-logy-Media-Telecommunications/deloitte-digital-maturity-model.pdf (дата обращения 22.09.2020).
14. EY Digital Readiness Assessment. URL: https://digitalreadiness.ey.com/ (дата обращения: 22.09.2020).
15. Анализ уровня внедрения и использования цифровых информационных систем и платформенных решений различной функциональности и степени интеграции в организациях топливно-энергетического комплекса. // Сайт Минэнерго России. URL: https://in.minenergo.gov.ru/upload/iblock/971/971c417247ad76e15c6d3b910dc9dcca.pdf (дата обращения 21.09.2020).
16. KPMG. Are you ready for digital transformation? Measuring your digital business aptitude. URL: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/ measuring-digital-business-aptitude.pdf (дата обращения 22.09.2020).
17. KPMG. Digital maturity assessment. URL: https://digital-maturity.kpmg.ca/survey.php (дата обращения 22.09.2020).
18. Стратегия цифровой трансформации электроэнергетики России. URL: https://www.digital-energy.ru/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-tsifrovoy-transformatsii-elektroenergetiki.pdf (дата обращения: 22.09.2020).
19. 1Международный опыт цифровой трансформации электроэнергетики. URL: https://www.digital-energy.ru/wp-content/uploads/2020/06/doklad-rb-1.pdf (дата обращения: 22.09.2020).
20. Digital Maturity Assessment Tool. Aarhus University. URL: https://dbd.au.dk/about-dmat/ (дата обращения 01.10.2020).
21. The Prioritisation Matrix. URL: https://siri.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/the-prioritisation-matrix.pdf (дата обращения: 01.10.2020).
22. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. London: Penguin, 2017. 192 p.

1.2 ИЗМЕНЕНИЯ НА РЫНКЕ ТРУДА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение информационно-коммуникационных и новых цифровых технологий изменяет рынки труда. Исторически промышленные революции приводили к общему повышению благосостояния и росту занятости. В настоящее время не очевидно, приведет ли цифровая трансформация к таким же эффектам [1]. При рассмотрении влияния цифровой трансформации на рынок труда необходимо учитывать мировые тренды: глобализацию, рост различий в условиях труда и старение населения [2].

Если говорить о положительных сторонах этих трендов, то цифровизация и глобализация создают рабочие места за счет снижения цен на товары и услуги, повышения их качества и, следовательно, повышения потребительского спроса [3]. Они также создают совершенно новые рабочие места. Например, специалисты по работе с большими данными, инженеры по робототехнике, менеджеры социальных сетей и операторы дронов – всё это профессии, которых не существовало еще поколение назад [3]. За счет применения искусственного интеллекта и машинного обучения опасные и рутинные задачи автоматизируются и оптимизируются. Изменяются и формы занятости: за счет применения онлайн-систем сейчас люди могут более свободно выбирать, где и когда работать, а это приводит к улучшению баланса между работой и личной жизнью. Кроме того, цифровые технологии и решения позволяют увеличить инклюзивность рынка труда, открывая доступ на него ранее малочисленным или непредставленным группам. На фоне быстрого старения населения и увеличения продолжительности жизни лучшие условия труда, в свою очередь, будут способствовать расширению возможностей для продолжения работы в старшем возрасте [3].

В то же время существует и немало поводов для беспокойства. Автоматизация[2] приводит к сокращению рабочих мест. Многие навыки работников обесцениваются, что приводит к увеличению разрыва в компетенциях – так называемой поляризации рынка труда [2]. В перспективе увеличится «цифровой гендерный разрыв», поскольку растет автоматизация профессий, в которых традиционно доминируют женщины, а переподготовка затруднена из-за недостаточной представленности женщин, изучающих предметы STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics – наука, технологии, инженерия, математика), что приводит к сокращению числа работающих женщин [4].

Развитие новых форм занятости в рамках экономики по требованию[3], гиг-экономики[4] (фриланс, проектная работа), платформенной экономики[5] открыло работникам совершенно новые возможности трудоустройства. В 2020 г. пандемия COVID-19 на практике показала гигантские перспективы для дистанционной и проектной работы.

---

[2] Здесь и в дальнейшем подразумевается, что автоматизация происходит на основе цифровых технологий и решений. В отличие от, например, промышленной революции XVIII–XIX вв., автоматизация производства и процессов начиная с середины XX в. почти полностью ведется с использованием компьютеров и соответствующих цифровых методов обработки.

[3] Модель, которая предполагает не продажу товаров и услуг, а предоставление доступа к ним в тот момент, когда это требуется. Примеры: Uber, Booking.com. [Jaconi M. The ‘On-Demand’ Economy is Revolutionizing Consumer Behavior — Here’s How // Business Insider. 2014.]

[4] Модель, в которой работники имеют только временную занятость или выполняют отдельные задания или части проекта (оплачиваемые также отдельно). Примеры: Profi.ru, Яндекс.Еда [Woodcock J., Graham M. The Gig Economy: A Critical Introduction. Wiley Press. 2020. 160 p.]

[5] Экономическая деятельность, основанная на онлайн-системах (платформах), которые предназначены для взаимодействия групп покупателей и продавцов. Платформы предоставляют набор функций для осуществления транзакций, доставки товаров и проч. Примеры: Alibaba (Aliexpress), Amazon, Ebay, Airbnb. [Evans D., Schmalensee R. Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms. Harvard Business Review. 2016. 272 p.]

Проблема же состоит в том, что при прочих равных решающую роль при найме рабочей силы будет все же играть ее стоимость. Заработная плата работников рискует стать объектом «гонки уступок» [4]. При этом фрилансеры и работники с нестандартными формами занятости менее защищены, так как зачастую не могут рассчитывать на получение пособий и на другие меры социальной поддержки.

В настоящем разделе рассмотрены основные явления и эффекты на рынке труда, которые сопряжены с цифровой трансформацией: а) вероятность сокращения рабочих мест за счет автоматизации; б) поляризация рынка труда; в) проблемы социального обеспечения и защиты работников; г) проблемы, связанные с развитием платформенной экономики, гиг-экономики, экономики по требованию. В заключение приводится обзор рекомендаций и политик, которые позволяют государствам и работодателям получать все выгоды от цифровизации, обеспечивая при этом достойные условия труда, социальную защиту и равные возможности.

ВЕРОЯТНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

Рост вычислительной мощности и увеличение доступности вычислительной техники в последние десятилетия привели к радикальной автоматизации рутинных задач. Под рутинными задачами понимаются те, которые следуют четко определенным правилам и, таким образом, могут быть автоматизированы с помощью компьютеров. Как следствие, потребность в рабочей силе для выполнения рутинных задач в целом снизилась. Однако люди понимают многие задачи неявно, не имея возможности четко определить точные основные правила, что ограничивает возможности автоматизации [5]. Преодоление этого технологического барьера в последние годы стало возможно за счет бурного развития методов машинного обучения. Машинное обучение требует одновременно высокой вычислительной мощности и большого объема обучающих данных, что стало доступно лишь в последнее время. Теперь машинное обучение позволяет автоматизировать когнитивные задачи, которые раньше могли выполнять только люди. Все это послужило источником множества исследований, ставящих целью выяснить: сколько рабочих мест может быть автоматизировано?

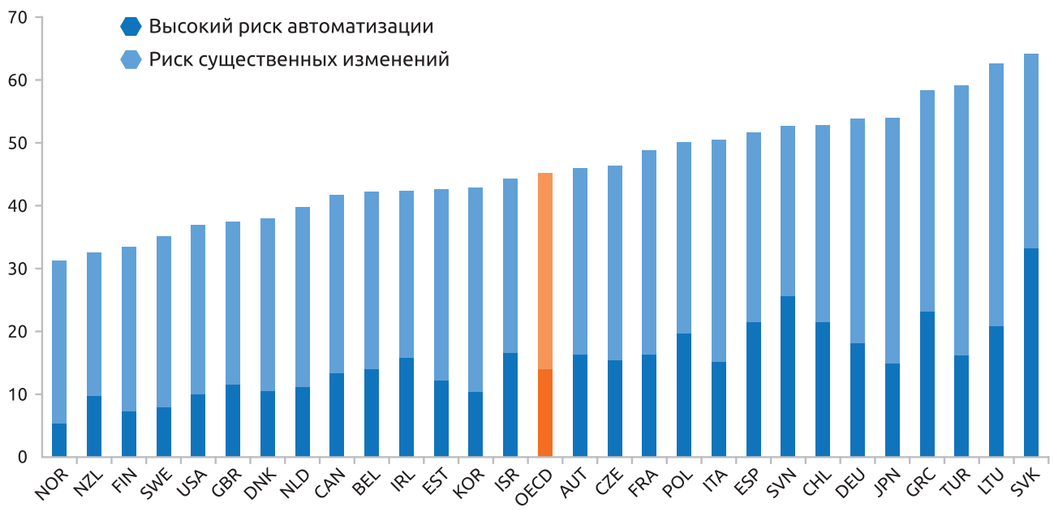


Рис. 15. Доля рабочих мест, подверженных «риску автоматизации»

В 2017 г. широко известное и цитируемое исследование Фрея и Осборна показало, что около половины рабочей силы в США (47%) «подвергнется риску автоматизации» в ближайшие одно-два десятилетия [5]. Главная претензия к данному исследованию состоит в том, что авторы фактически рассматривали только техническую возможность автоматизации, не учитывая другие факторы, в том числе экономические. В последние годы появилось множество исследований, выдвигающих тезис, что потери рабочих мест от автоматизации сильно переоценены. Например, в обзоре Центра европейских экономических исследований показано, что оценки потенциала автоматизации сильно смещены в сторону повышения, поскольку они часто игнорируют внутрипрофессиональную неоднородность рабочих мест [5]. Многие работники, казалось бы, автоматизируемых профессий, уже скорректировали свои расписания в пользу неавтоматизируемых и аналитических задач. С учетом этого доля рабочих мест, подверженных «риску автоматизации», составляет порядка 9% в США, 6% в Корее, 12% в Германии и Австрии, а в среднем в странах ОЭСР – порядка 14% [2, 4, 5] (см. рис. 15).

Однако эти цифры относятся только к технологическому потенциалу и не должны приравниваться к фактическим потерям рабочих мест. Для этого утверждения есть три основных причины: 1) внедрение новых технологий – достаточно медленный и затратный процесс, сопряженный в том числе с организационными изменениями, и у работников есть время для адаптации и переквалификации; 2) работники проявляют гибкость и приспосабливаются, начинают выполнять другие задачи в рамках тех же профессий; 3) автоматизация создает новые рабочие места, в последние годы наблюдается рост занятости [4, 5] (см. рис. 16).

Недавние исследования показывают, что цифровая революция внесла значительный вклад в создание рабочих мест: 4 из 10 рабочих мест за последнее десятилетие были созданы в отраслях, связанных с цифровой обработкой данных [4]. Технический прогресс также способствовал увеличению занятости женщин. В прошлом автоматизация непропорционально сильно влияла на рабочие места, обычно занимаемые мужчинами (например, заводские или строительные рабочие), в то время как рабочие места, на

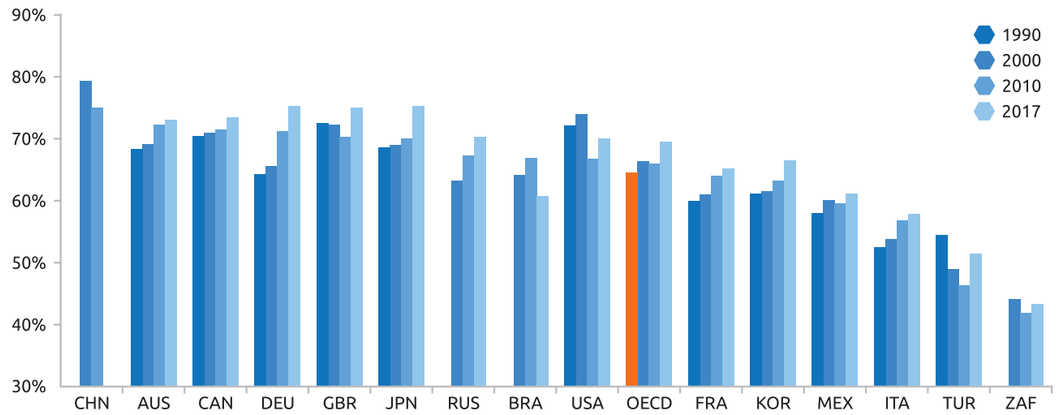


Рис. 16. Уровень занятости в странах по годам [4]

которых преобладают женщины (например, медицинские работники, работники сферы услуг), были в большей степени буферными. Однако последние исследования ОЭСР показывают, что ожидаемый риск перемещения рабочих мест из-за автоматизации в ближайшие десятилетия не показывает существенных различий по полу [4].

В работе [4] также показаны три канала создания рабочих мест, обусловленных цифровизацией:

1. Рост занятости в периоды быстрого технологического прогресса и роста производительности труда. Примером могут служить приложения вроде Uber. Делая использование такси более удобным и дешевым для клиентов, эти приложения расширяют рынок, создавая дополнительный спрос и больше рабочих мест, чем они уничтожают.

2. Повышение производительности и снижение цен за счет определенных технологий положительно влияет на занятость в других отраслях. Примером в данном случае являются крупные сети супермаркетов, которые внедряют новые бизнес-модели, приводящие к экономии за счет масштаба и к снижению цен. Это позволяет потребителям увеличить свои расходы в других отраслях, повышая занятость в них.

3. Автоматизация может снизить производственные затраты для последующих отраслей, что приведет к росту выпуска и занятости в этих отраслях. Например, оптовые поставщики товаров, которые используют технологии, облегчающие транспортировку, упаковку и управление запасами, помогают компаниям, перерабатывающим эту продукцию, снижать собственные цены, увеличивая спрос на их товары и позволяя им нанимать больше людей.

Все три канала работают, прежде всего, за счет повышения производительности и получения нового дохода, который можно использовать для расширения потребления.

В странах с развивающейся экономикой очень разные начальные условия, в том числе другой состав профессий, более высокая стоимость капитала информационно-коммуникационных технологий и более острая нехватка навыков. Ключевой вопрос заключается в том, перевесят ли в таком контексте возможности трудоустройства, создаваемые новыми технологиями, потерю рабочих мест на производстве из-за автоматизации. Исходя из текущего этапа развития, страны с развивающейся экономикой сталкиваются с более высоким прогнозируемым риском автоматизации. По мере развития экономики отраслевая структура занятости следует предсказуемой траектории, переводя рабочую силу с малопроизводительных видов деятельности, часто в сельском хозяйстве, на более производительные, в основном в обрабатывающей промышленности и в сфере услуг. В большинстве стран с формирующейся рыночной экономикой сельское хозяйство и отрасли с низкой добавленной стоимостью по-прежнему составляют значительную долю занятости. Оценки показывают, что возникающие экономики сталкиваются с более высоким риском автоматизации, чем более развитые. Однако картина неоднородна и варьируется в зависимости от уровня доходов, при этом в таких странах, как Китай, Российская Федерация, Турция и Мексика, существует более высокая доля рабочих мест, потенциально подверженных риску автоматизации. Поскольку во многих странах с формирующейся рыночной экономикой все еще существует производственная структура, ориентированная на малые и средние предприятия, ресурсы, необходимые для дорогостоящих инвестиций в передовые технологии, недоступны для большинства предпринимателей. Кроме того, стимулы к инновациям ослабляются нехваткой навыков и относительным изобилием дешевой неквалифицированной рабочей силы среди молодого и быстро растущего населения.

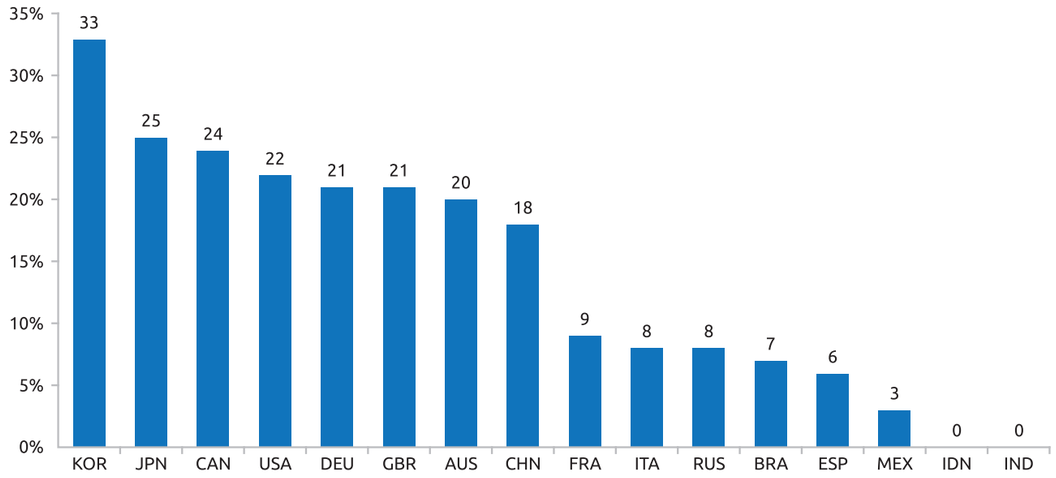


Рис. 17. Возможное снижение затрат за счет применения промышленных роботов [4]

Экономия затрат на использование технологий для замены рабочей силы начинает становиться значительной также в странах с развивающейся экономикой. Из рис. 17 следует, что, хотя, например, Индия и Индонезия не получат выгоды от замены людей роботами на производстве в ближайшем будущем, такая экономия составит более 5% в таких странах, как Российская Федерация и Бразилия, а к 2025 г. вырастет до 18% в Китае [4]. Кроме того, восстановление производства в странах с развитой экономикой может способствовать сокращению рабочих мест на развивающихся рынках. Рост затрат на рабочую силу и снижение стоимости технологий могут и дальше подпитывать этот процесс, что может привести к преждевременной деиндустриализации некоторых развивающихся стран, которая может оставить их в ловушке среднего дохода. Лица, определяющие политику в странах с развивающейся экономикой, должны начать подготовку заранее. Ввиду отсутствия адекватных систем социальной защиты и систем переподготовки последствия для благосостояния работников могут быть значительными и способствовать усилению социальной напряженности.

Таким образом, главная проблема будущего – не технологическая безработица, а структурные сдвиги между профессиями и отраслями, которые сопровождаются ростом неравенства и поляризацией рынка труда. С другой стороны, предполагается, что сейчас мир переживает инвестиционную фазу, когда компании несут высокие затраты и привлекают квалифицированных работников, прежде чем смогут получить значительный прирост производительности. Следовательно, влияние передовых технологий может измениться в среднесрочной и долгосрочной перспективах, когда они станут более зрелыми [5]. Таким образом, неизвестно, будет ли эффект создания рабочих мест в будущем доминировать над эффектом уничтожения.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ РЫНКА ТРУДА

Как уже говорилось, цифровая трансформация изменяет структуру занятости. Автоматизация наиболее сильно затрагивает рабочие места, требующие среднего уровня квалификации. Нестандартная работа, которую

нельзя автоматизировать, характерна либо для наиболее квалифицированных позиций (например, компьютерные инженеры), либо для наименее квалифицированных (например, официанты или уборщики). Следовательно, цифровизация ведет к поляризации рынка труда:

- сохраняются позиции, требующие наибольшей квалификации, причем за счет внедрения цифровых технологий производительность труда на таких рабочих местах повышается;
- сохраняются позиции, требующие наименьшей квалификации, потому что данные функции невозможно автоматизировать или получить выгоду от внедрения новых технологий.

Наиболее уязвимыми оказываются рабочие места, требующие среднего уровня квалификации (например, водители грузовиков, механизаторы, кассиры, бухгалтеры и проч.). В странах ОЭСР занятость в производственном секторе находится на долгосрочной траектории снижения (сокращение на 20% за период 1995–2015 гг.), в то время как доля рабочих мест в секторе услуг неуклонно растет, увеличиваясь на 27% за тот же период (см. рис. 18). В странах с формирующейся рыночной экономикой наблюдается существенное снижение доли занятости в сельском хозяйстве [4]. Причины поляризации рынка труда также кроются в том, что на рабочие места, требующие средней квалификации, выходит меньшее количество молодых работников, чем их покидает старшее поколение [7]. Этот процесс активно идет с начала 1990-х гг. Такую ситуацию можно частично объяснить изменением образования и демографического состава. Люди, которых раньше считали «типичными» работниками средней квалификации, теперь с меньшей вероятностью будут работать на должностях со средней квалификацией и с большей вероятностью будут иметь низкоквалифицированную работу.

Рис. 18. Изменение занятости в секторах экономики (1995–2015) [4]

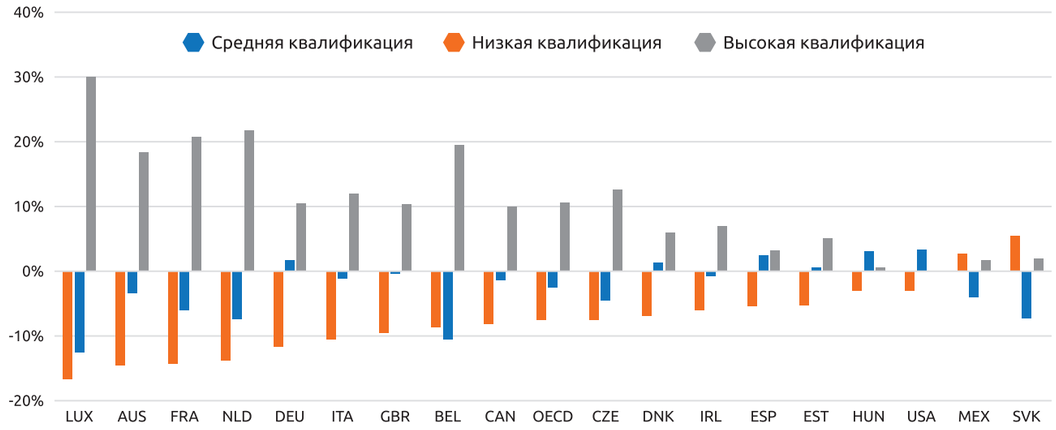


Рис. 19. Изменение доли рабочих мест в зависимости от квалификации за период 1995–2015 гг. [6]

Эта тенденция отмечена для работников со средним уровнем образования [7].

Важно отметить, что страны сталкиваются с совершенно разными уровнями предполагаемых рисков поляризации рынка труда (см. рис. 19). В некоторых странах уже сейчас подавляющая доля рабочих мест требует высокой квалификации, в то время как в других по-прежнему в большей степени полагаются на рутинную (промышленную) занятость и потому последние выглядят более уязвимыми [6].

В Индии, России и Бразилии наблюдается преобладающий сдвиг в сфере занятости в сторону более квалифицированных профессий (повышение квалификации), в то время как в других странах, таких как Китай, Мексика, Южная Африка и Турция, наблюдается относительный рост низкоквалифицированных профессий (см. рис. 20). Данные также показывают, что в некоторых странах поляризации не произошло (например, в Аргентине и Перу наблюдается увеличение доли рабочих мест со средней квалификацией по сравнению с долей рабочих, занятых в высококвалифицированных и низкоквалифицированных профессиях). Более того, в отличие от стран с более развитой экономикой, поляризация рабочих мест в странах с развивающейся экономикой

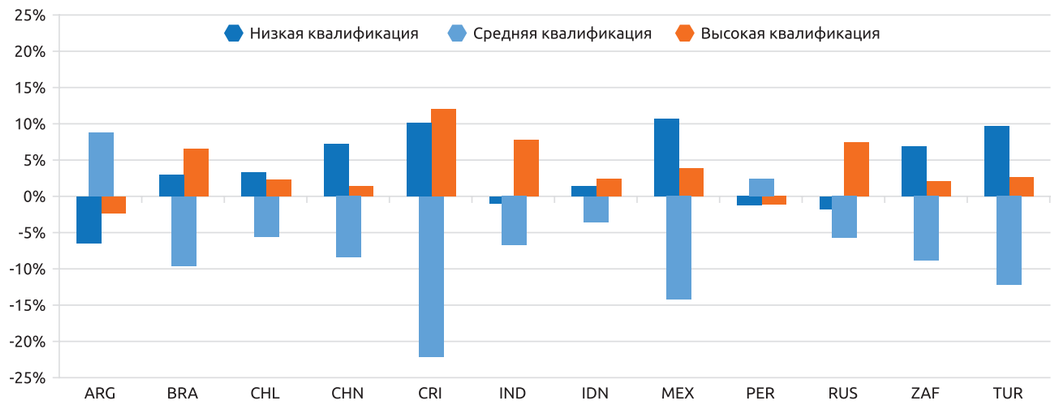


Рис. 20. Изменение уровня занятости в зависимости от квалификации в развивающихся странах (1995–2015) [4]

в основном является результатом переноса занятости из менее поляризованных отраслей (сельское хозяйство, но также и производство в некоторых странах) в более поляризованные отрасли услуг.

В странах с формирующейся рыночной экономикой поляризация рынка труда может привести к росту неравенства. Во-первых, растут риски увольнения для низкоквалифицированных рабочих в производственных секторах [4]. Во-вторых, существуют еще два фактора: неформальная занятость и традиционно большие различия в экономических показателях между городом и деревней [4]. Растущая доля рабочих мест в сфере услуг способствует развитию нестандартных форм работы (фриланс, проектная работа). Новые рабочие места, как правило, создаются в городских районах, что способствует и без того высокому региональному разрыву в странах с формирующейся рыночной экономикой. Настоящей проблемой для работников в этих условиях становится низкий охват системой социальной защиты и несовершенная налоговая система, которая обеспечивает лишь скромное перераспределение доходов.

Очевидно, что усилия государств и работодателей должны быть направлены не на борьбу с поляризацией рынка труда, а на решение проблемы структурного дефицита навыков, то есть переподготовку и повышение квалификации работников.

НОВЫЕ ФОРМЫ ЗАНЯТОСТИ

Цифровизация вносит большую вариативность в формы и виды занятости. Бурно развивается платформенная экономика, в которой работники предоставляют услуги через онлайн-платформы. Во многих странах также наблюдается распространение других нестандартных форм работы, таких как контракты по вызову[6] или с нулевым рабочим днем[7], а также различные формы индивидуальной работы. Эти более гибкие условия труда часто возникали в ответ на реальные потребности как работодателей, так и работников [4]. Компаниям нужна некоторая свобода действий, чтобы скорректировать рабочую силу и часы работы с учетом меняющегося и непредсказуемого спроса. Не менее важно, что такой подход позволяет предприятиям работать в разных странах с минимальными затратами [5]. Работники же могут стремиться к большей свободе, чтобы совмещать работу с домашними делами или отдыхом, чтобы достичь лучшего баланса между работой и личной жизнью. Более гибкие формы занятости могут также служить переходной ступенью к полной занятости, например, для молодых людей или низкоквалифицированных рабочих.

Насколько трудно оценить эффекты цифровизации в традиционной экономике, настолько сложнее оценить эти же эффекты в платформенной экономике [1]. Работа больше не связана с определенными пространственными и временными рамками, становится более автономной и прозрачной с точки зрения определения выгод. Но, с другой стороны, на первый план выходят конкретные договоренности между работником и работодателем об условиях труда. Большая гибкость в условиях труда (например, удаленная работа при частичной занятости) требует новых и надежных инструментов для отслеживания выполнения задач, взаимного доверия и новых управленческих форм [1].

[6] Контракт по вызову (работа по вызову) — нестандартная форма занятости, когда работник выполняет трудовые функции при появлении такой необходимости у работодателя. Такие отношения оформляются, как правило, в форме договора гражданско-правового характера.

[7] Контракт с нулевым рабочим днем (нулевым рабочим часом) — форма занятости, при которой работодатель не обязан предоставлять работнику определенное количество рабочих часов, при этом работник не вправе принимать любую другую предложенную работу. При этом за работником сохраняется социальное обеспечение, медицинское страхование и т.п. Такая форма занятости характерна, например, для работников, осуществляющих дежурства или находящихся в простое. Контракт с нулевым рабочим днем наиболее распространен в Соединенном Королевстве.

Работодатели все чаще делят функции на рабочих местах на отдельные задачи и распределяют их через онлайн-платформы [1]. Многие компании считают аутсорсинг – наем специализированных работников для непрофильных видов деятельности (таких как уборка, общественное питание, информационные технологии, бухгалтерский учет и юридические услуги) более эффективным, чем управление такой деятельностью собственными силами. Стимулом к применению такого подхода служит и высокий уровень налогообложения: покупка услуг на крупных рынках позволит выплачивать как можно более низкую заработную плату и, в более широком смысле, меньшие налоги [5]. Вероятно, что это, в свою очередь, может спровоцировать «гонку уступок» – то есть общее снижение зарплат, так как выиграет тот работник, который предложит компании наиболее дешевые услуги. Вторая проблема кроется в ложной самозанятости, когда условия труда в основном такие же, как у постоянных сотрудников, но отдельные лица нанимаются в качестве самозанятых, чтобы избежать регулирования, налогов и объединения в профсоюзы. Ложная самозанятость вредит не только работникам, но и другим фирмам, которые соблюдают требования трудового законодательства [4]. В итоге все это пагубно сказывается на способности государства обеспечивать тот же уровень благосостояния, что и сегодня.

В странах с развивающейся экономикой новые формы работы в платформенной экономике могут открывать возможности для формализации. Необходимо совершенствование трудового законодательства, развитие систем мониторинга экономической деятельности за счет оцифровки транзакций, создание адекватных механизмов налогообложения и социальной защиты. К сожалению, в развивающихся странах у большинства социально незащищенных работников мало альтернативных вариантов трудоустройства и низкая переговорная позиция [4]. С другой стороны, и работодатель не всегда защищен от негативных результатов работы низкоквалифицированного сотрудника. Для предотвращения таких проблем следует развивать схемы оценки цифровых навыков и микросертификации, чтобы дополнить традиционно принятые уровни квалификации [1].

Пандемия COVID-19 выявила все достоинства и недостатки платформенной экономики и новых форм занятости. Работа на дому стала почти повсеместной. С одной стороны, это снижает риски заражения, а с другой – достаточно сильно усиливает неравенство, поскольку бедным труднее работать из дома, а работники служб здравоохранения, розничной торговли, почтовых услуг, безопасности и удаления отходов все равно вынуждены работать очно, рискуя заразиться [6]. Таким образом, цифровая трансформация несет не только очевидные (и, возможно, преувеличенные) проблемы, вроде технологической безработицы или поляризации рынка труда, но и структурные изменения в характере работы и трудовых отношений. Все это требует фундаментального переосмысления существующего регулирования рынка труда и социальной защиты.

СОЦИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЗАЩИТА

Цифровая трансформация ведет к серьезным последствиям для систем социальной защиты. Сегодняшние программы социальной защиты по-прежнему в основном ориентированы на стандартную работу на полную ставку [1]. Стандартная, полная занятость по-прежнему составляет большую часть занятости во всех странах ОЭСР. Такие контракты обеспечивают большую уверенность работников и позволяют им заранее планировать свою личную и профессиональную жизнь. С точки зрения работодателей, постоянные контракты позволяют

им привлекать и удерживать таланты (что снижает затраты на наем и обучение) и увеличивают отдачу от инвестиций в персонал (что повышает производительность) [4]. Существующие концепции «государства всеобщего благосостояния», пенсии, медицинские пособия и пособия по безработице основаны на стандартных трудовых отношениях послевоенной эпохи. Цифровая трансформация и платформенная экономика вызовут серьезные последствия для систем социального обеспечения.

Трудовое законодательство обеспечивает финансирование работодателем таких пособий, как больничный, отпускные, пенсии и отпуск по уходу за ребенком для всех, кто имеет постоянный контракт. По оценкам ОЭСР, условия минимальной продолжительности занятости достаточно трудно выполнить работникам, которые имеют работу с частичной занятостью или траекторию занятости, предполагающую частые переходы между работой и безработицей [7]. В большей степени это относится к женщинам и некоторым малочисленным группам работников, поскольку они, как правило, имеют нестандартные формы занятости. Кроме того, поскольку все больше людей работает до старости, возрастает риск потери трудоспособности из-за проблем со здоровьем [1]. В некоторых странах у работников с нестандартной занятостью, на 40–50% меньше шансов получить какую-либо поддержку дохода во время периода отсутствия работы, чем у работников с полной занятостью. Для тех, кто получает социальную поддержку от государства, пособие по безработице обычно бывает значительно менее щедрым, чем для обычных сотрудников [4]. Следовательно, и риск оказаться за чертой бедности для таких работников выше [7]. Особенно уязвимыми являются самозанятые, поскольку их практически не касаются законодательные положения о социальной защите. Многие самозанятые не контролируют свое вознаграждение и условия труда, а также те риски, которые не могут считаться предпринимательскими по своей природе.

Другая проблема кроется в том, что краткосрочные контракты, риски безработицы, ненормированный рабочий день при удаленной работе могут усугубить стресс и проблемы со здоровьем. Европейский социально-экономический комитет в исследовании 2017 г. показал, что для правительств и работодателей уязвимые работники означают более высокий спрос на социальное обеспечение, в том числе в старшем возрасте, а также низкие налоговые отчисления [1].

ВЫВОДЫ

Изменения в институциональной структуре рынков труда из-за цифровизации, вероятно, будут способствовать интеграции, повышению эффективности и сокращению структурной безработицы. Они же в некоторых случаях ухудшают качество рабочих мест и повышают непредсказуемость и уязвимость работников перед социальными рисками [1]. Будущее рынка труда зависит от множества разных факторов. Обеспечение системы необходимых сдержек и противовесов будет иметь первостепенное значение для успешной цифровой трансформации [3]. Тем не менее цифровая трансформация труда в той или иной степени затрагивает всех, и поэтому к этому вопросу должны подойти политики и лица, определяющие политику.

В работе [5] предлагаются три направления для совершенствования рынка труда в условиях цифровой трансформации:

1. Внедрение новых цифровых технологий представляется разумной целью, поскольку эти технологии увеличивают занятость и производство. При этом меры поддержки должны быть направлены на средние и малые предприятия, которые выглядят отстающими.

2. Для внедрения цифровых технологий требуются работники с нужными навыками. Соответственно, необходимо решать проблему нехватки компетентных кадров путем образования и повышения квалификации.

3. Поляризация рынков труда ведет к усилению неравенства. Для предотвращения неравенства необходимы целевые меры, помогающие работникам переключиться на растущие профессии и снижающие при этом потери тех, кто не может изменить свои навыки и работу и, таким образом, остается в сокращающихся профессиях и секторах.

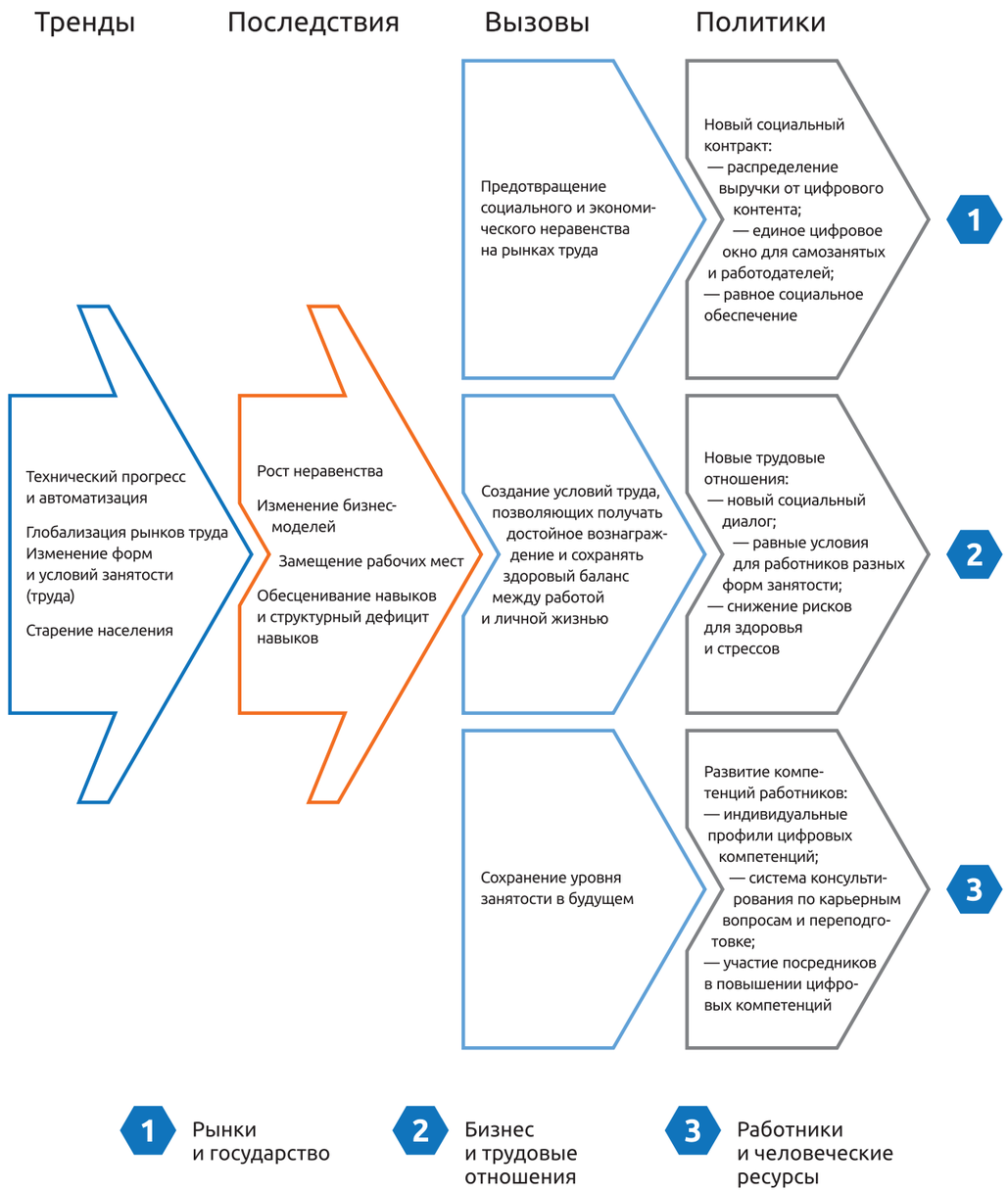


Рис. 21. Ответы на вызовы цифровой трансформации рынку труда [1]

Вызовы	Ответы
Внедрение автоматизации и искусственного интеллекта во всё большее количество сфер деятельности человека приведет к сокращению рабочих мест.	Внедрение автоматизации и искусственного интеллекта влечет за собой появление новых профессий, что формирует новые рабочие места. Автоматизация не может уничтожить все рабочие места.
Цифровизация приводит к увеличению неравенства между отдельными группами общества. Не все работники имеют возможность и хотят проходить переподготовку.	Работники, пострадавшие от перехода на «цифру», могут пройти переподготовку, чтобы оставаться востребованными на рынке труда, или перейти в альтернативные виды занятости.
Платформенная экономика будет расширяться и окажет фундаментальное влияние на рынок труда. Причем возрастают риски, что это проявится в наиболее атипичных, циничных и нездоровых формах.	Платформенная экономика создает новые гибкие возможности для работников и работодателей.
Участники платформенной экономики столкнутся с проблемами социального обеспечения и защиты. Многие государства не готовы к модернизации системы социального обеспечения под влиянием цифровой трансформации рынка труда.	Платформенная экономика открывает перед людьми новые перспективы и возможность работать когда и где угодно. Проблемы социального обеспечения в условиях цифровой трансформации рынка труда изучаются, и многие государства подготовили адекватные ответы.
Существует риск, что автоматизация сократит рабочие места, которые традиционно занимают женщины.	Новые формы занятости и платформенная экономика создают благоприятные условия и больше рабочих мест для женщин.
Требует изучения влияние дистанционной работы на продуктивность и психологический климат в коллективе.	Для работников интеллектуальных профессий это может привести к большей производительности. Дистанционная работа снижает затраты работодателя.

Таблица 5. Что несет цифровая трансформация рынку труда? [3]

В 2019 г. группа экспертов по заказу Европейской комиссии разработала рекомендации для ответа на вызовы, которые цифровая трансформация несет рынку труда [1] (см. рис. 21).

Рекомендуется разработать и имплементировать следующие меры:

- развитие компетенций работников;
- развитие новых трудовых отношений;
- разработка нового «социального контракта».

Развитие компетенций работников включает: создание личных профилей цифровых компетенций; расширение системы консультирования по вопросам карьеры и создание инновационной среды обучения для всех; поддержку посредников (государственных служб или частных агентств) на рынке труда для сокращения структурного дефицита навыков.

Развитие новых трудовых отношений включает: предотвращение рисков для здоровья и безопасности, снижение стрессов, возникающих из-за цифровизации и нестабильности рынка труда; создание равных условий для всех форм занятости; создание условий для активного социального диалога между работниками и работодателями.

Разработка нового социального контракта включает: обеспечение равной социальной

защиты независимо от формы занятости; создание «единого цифрового окна» для отчислений и налогов самозанятых, работающих на онлайн-платформах.

В заключение необходимо отметить, что для создания справедливого и адекватного текущему моменту рынка труда вмешательства одного правительства, вероятно, будет недостаточно. В этом процессе должны участвовать все заинтересованные стороны, в том числе предприятия, которые остро нуждаются в работниках с соответствующими навыками, а также в благоприятной социальной и экономической среде. Необходимо будет создать новые государственно-частные партнерства, чтобы адекватно реагировать на меняющийся мир труда.

Список использованных источников

1. W. de Groen et al. Impact of digitalization and the on-demand economy on labour markets and the consequences for employment and industrial relations // European Economic and Social Committee study. 2017. URL: https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/publications-other-work/publications/ impact-digitalization-and-demand-economy-labour-markets-and-consequences-employment-and-industrial-relations (дата обращения 09.11.2020).
2. Report of the high-level expert group on the impact of the digital transformation on EU labour markets // European commission. 2019. URL: https://ec.europa.eu/digital-single-market/news-redirect/648522 (дата обращения 01.11.2020).
3. Larsson A., Teigland R. The digital transformation of labor. Automation, the gig economy and welfare. London, 2020. 373 p.
4. OECD Employment outlook 2019.
5. Arntz M., Gregory T., Zierahn U. Digitalization and the Future of Work: Macroeconomic Consequences // IZA Discussion paper series. 2019. N. 12428. 27 p.
6. Eichhorst W., Hemerijck A., Scalise G. Welfare States, Labor Markets, Social Invesment and the Digital Transformation // IZA Discussion paper series. 2020. N. 13391. 33 p.
7. OECD Employment outlook 2020.

1.3 ОБРАЗОВАНИЕ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Учитывая неизбежность перестройки рынка труда в ходе цифровой трансформации, необходимо развивать компетенции работников. Для этого следует внести изменения в образовательный процесс как для школьников и студентов, так и для работников, проходящих повышение квалификации или получающих дополнительное образование. Образование играет жизненно важную роль в стимулировании роста экономики, внедрения инноваций, а также создания рабочих мест. Внедрение цифровых технологий не только поможет формированию компетенций, востребованных на рынке труда, но и обогатит обучение, сделает его намного доступнее для широких слоев населения.

Цифровая трансформация мировой экономики ускоряется с развитием таких технологий, как искусственный интеллект, робототехника, облачные вычисления и блокчейн [1]. Уже сейчас цифровизация влияет на то, как люди живут, взаимодействуют, учатся и работают. Компетентность в области цифровых технологий становится ключевым компонентом профессионального развития [2]. Более того, цифровые навыки обретают статус решающего фактора для трудоустройства и участия в жизни общества. Цифровая трансформация инициирует двунаправленный процесс на рынке труда: многие рабочие места автоматизируются, а многие профессии устаревают и исчезают, в то же время появляются новые рабочие места и профессии, требующие цифровых компетенций, например, операторы дронов, специалисты по анализу данных и т.п. Таким образом, инвестиции в цифровые навыки на протяжении всей жизни становятся наиболее оправданными. Проблема состоит в том, что цифровая трансформация приводит к таким быстрым изме-

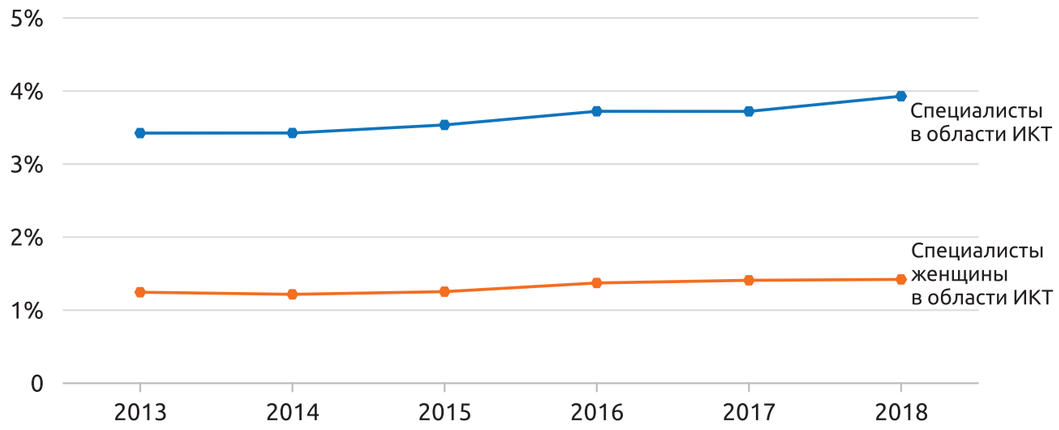


Рис. 22. Доля специалистов ИКТ от общего числа трудоустроенных граждан (Европейский Союз) [5]

нениям в экономике, что рынок труда и общество оказываются не готовыми к ним. Поэтому сейчас необходимо на всех уровнях приложить усилия для создания образовательных систем и сред для развития цифровых компетенций.

В школе образование в области компьютерных наук и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) позволяет развить критическое мышление и практические навыки, необходимые для существования в цифровом мире [3]. Это дает следующие эффекты: а) общественные – развивается творческое начало; б) экономические – цифровые навыки работников стимулируют рост экономики и инновации; в) педагогические – развиваются навыки сотрудничества и работы в команде.

В вузах также необходимо стимулировать развитие программ подготовки в области компьютерных наук и ИКТ. Важным нюансом здесь является то, что вузы должны отвечать на растущий спрос на специалистов, которые могут творчески решать неалгоритмизируемые задачи [3]. Также требуется подготовка специалистов по развитию, эксплуатации и техническому обслуживанию постоянно усложняющихся информационно-технологических систем [4]. В 2018 г. в Европейском Союзе (ЕС) насчитывалось около 7,4 млн специалистов в области ИКТ, из которых наибольшее количество было занято в Германии (1,7 млн) и Франции (1,1 млн). В целом число занятых в ЕС специалистов ИКТ выросло почти в два раза в период с 2011 по 2018 г., что в восемь раз превышает рост общей численности занятых (на 5,9% за тот же период). Менее двух третей (62,2%) специалистов ИКТ в ЕС имеют высшее образование, что свидетельствует о важности подготовки в области ИКТ в средней школе и о необходимости увеличения числа мест в высших учебных заведениях по данному направлению [5]. При разработке образовательных политик и программ следует подготовить ответы на два важных вызова: а) высокие требования к знаниям в естественно-научных дисциплинах при поступлении в вузы на специальности ИКТ и б) низкая доля женщин, которые поступают на данные направления подготовки (рис. 22).

В 2017 г. высшее образование в ЕС получили примерно 3,9 млн студентов. Менее 5% из них проходили программы подготовки в области ИКТ [6]. В среднем в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) лишь 4% из тех, кто имеет высшее образование, обладают квалификацией в области ИКТ. Доля таких специалистов составляет 7% в Люксембурге и Коста-Рике, 6% в Финляндии, Венгрии, Мексике и Испании и порядка 1% в России и Турции [7]. В 2015 г. страной с самой высокой долей выпускников в области ИКТ была Индия – почти 600 тыс. человек, что в пять раз больше, чем в том же году в США [8]. Низкое число выпускников в области ИКТ и растущее число вакансий в этой сфере дает основание предполагать, что разрыв между спросом и предложением специалистов может увеличиваться.

Таким образом, можно заключить, что на рынке труда наблюдается дефицит специалистов, обладающих цифровыми компетенциями. При этом, как сказано выше, цифровые навыки уже сейчас становятся решающим фактором при трудоустройстве. В исследовании [6] показано, что в 2020 г. больше половины европейцев обладают лишь базовыми навыками работы с цифровыми технологиями, причем только 11% взрослых имеют возможность участвовать в программах подготовки системы дополнительного профессионального образования [2]. Таким образом, система образования должна ответить на два вызова: приоритизация цифровых компетенций и обеспечение максимального охвата населения.

Область	Компетенции
Информационная грамотность	Просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента
	Оценка данных, информации и цифрового контента
	Управление данными, информацией и цифровым контентом
Коммуникация и взаимодействие	Взаимодействие с помощью цифровых технологий
	Совместное использование цифровых технологий
	Приобщение к гражданскому обществу с помощью цифровых технологий
	Сотрудничество с помощью цифровых технологий
	Цифровой этикет
	Управление цифровой идентичностью
Создание цифрового контента	Разработка цифрового контента
	Интеграция и обработка цифрового контента
	Авторские права и лицензии
	Программирование
Безопасность	Защита устройств
	Защита персональных данных и конфиденциальности
	Охрана здоровья и благополучия
	Защита окружающей среды
Решение проблем	Решение технических проблем
	Выявление потребностей в технологических решениях
	Творческое использование цифровых технологий
	Выявление пробелов в компетентности в области цифровых технологий

Таблица 6. Универсальные цифровые компетенции

Уровень владения		Сложность задач	Самостоятельность выполнения	Функция
Базовый	1	Простые задачи	С посторонней помощью	Запоминание новой информации
	2	Простые задачи	Самостоятельно и с помощью при необходимости	Запоминание новой информации
Средний	3	Рутинные и простые проблемы	Самостоятельно	Понимание полученной информации
	4	Хорошо обозначенные задачи, нестандартные проблемы	Самостоятельно и в соответствии с собственным мнением	Понимание полученной информации
Продвинутый	5	Различные задачи и проблемы	Помощь другим участникам процесса	Применение навыков
	6	Самые сложные задачи	Помощь другим в понимании сложных задач	Развитие навыков
Высший	7	Сложные проблемы с ограниченным числом решений	Полная интеграция в рабочую среду и помощь другим	Создание новых решений
	8	Сложные проблемы с неограниченным числом решений	Предложение новых решений и прогнозирование развития ситуаций	Создание новых решений

Таблица 7. Уровни владения универсальными цифровыми компетенциями

Согласно исследованию J. Butschan и др. [9], в условиях цифровой трансформации чрезвычайно важно развивать когнитивные компетенции. Они включают в себя готовность учиться, умение решать задачи, открытость к переменам и способность работать в стрессовых ситуациях. Также авторы исследования [9] отмечают важность так называемых «процессуальных» компетенций: дисциплину, исполнительность, организованность и добросовестность. В работе [10] авторы выделяют еще навыки гибкого использования компьютерных программ, обеспечения кибербезопасности и эффективного общения. В отличие от исследования [9], подчеркивается, что коммуникативная способность, наряду с другими социальными компетенциями, имеет ограниченное влияние на карьеру работника. Комплексный подход в развитии цифровых компетенций включает следующие направления:

- поддержка базовых цифровых навыков с раннего возраста;
- повышение цифровой грамотности, включая управление информационной перегрузкой и распознавание дезинформации;
- образование в области ИКТ;
- понимание технологий, интенсивно использующих данные (машинное обучение, анализ больших данных).

Можно выделить 21 компетенцию, чье формирование должно быть заложено в современном образовании, соответствующем цифровой трансформации (см. табл. 6). Данные компетенции являются универсальными для всех профессиональных областей. Для каждой компетенции выделяется восемь уровней владения (см. табл. 7).

Программы цифровой трансформации в вузах

В марте 2017 г. странами-членами ЕС принята Римская декларация, определяющая приоритеты развития Европы на следующее десятилетие. В ней подчеркивается, что одним из приоритетов является обеспечение молодежи лучшим образованием и подготовкой. При этом предполагается, что системы подготовки должны быть «адаптированы к цифровому веку» [11]. Для увеличения показателей эффективности обучения необходимо не только применение образовательных программ, направленных на развитие цифровых навыков, но и наличие новых инструментов, которые помогают внедрять и распространять среди целевой аудитории такие образовательные программы, что в результате приводит к изменению образовательной парадигмы.

В 2020 г. Европейская комиссия приняла план действий по имплементации цифрового образования (Digital Education Action Plan) на 2021–2027 гг. [12]. Мероприятия в принятом плане сконцентрированы по двум основным направлениям: а) содействие развитию высокоэффективной экосистемы цифрового образования и б) повышение уровня цифровых навыков и компетенций для цифровой трансформации (рис. 23).

Реализация первого направления требует соответствующей инфраструктуры и цифрового оборудования, развития цифрового потенциала, наличия компетентных в цифровых технологиях преподавателей, высококачественного обучающего контента, удобных инструментов и безопасных платформ. В рамках реализации первого направления Европейская комиссия предполагает в 2021–2027 гг. предпринять следующие шаги:

- к 2022 г. разработать рекомендации ЕС о факторах, способствующих успешному цифровому образованию;
- к концу 2021 г. разработать рекомендации ЕС по онлайн- и дистанционному обучению;
- разработать общеевропейскую структуру содержания цифрового образования, а также концепцию европейской платформы интеграции сертифицированных образовательных онлайн-ресурсов;
- поддерживать гигабитное подключение образовательных учреждений, активизировать поддержку ЕС в отношении доступности подключения к сети Интернет, закупки цифрового оборудования, приложений и платформ электронного обучения;
- поддерживать планы цифровой трансформации на всех уровнях образования и обучения в рамках проектов сотрудничества Erasmus, в том числе цифровой педагогики через Erasmus Teacher Academies и онлайн-инструменты самостоятельной оценки цифровых навыков для учителей;

Рис. 23. План-схема Европейской системы цифровых компетенций в области образования

- разработать этические принципы руководства в отношении искусственного интеллекта и использования данных в преподавании и обучении.

С целью повышения цифровых навыков и компетенций планируются следующие мероприятия:

- разработка методических рекомендаций для преподавателей по повышению цифровой грамотности и борьбе с дезинформацией (совместно с европейскими технологическими компаниями и операторами связи, вещательными компаниями, журналистами, группой экспертов по медиаграмотности, национальными властями, родителями, студентами и молодежью);

- обновление Европейской структуры цифровых компетенций, включение в нее навыков, связанных с искусственным интеллектом и обработкой данных, поддержка разработки соответствующих учебных ресурсов;

- создание Европейского сертификата цифровых навыков (EDSC), который признается и принимается правительствами, работодателями и другими лицами по всей Европе;

- инвестирование в профессиональное развитие преподавателей, обмен передовым опытом по методам обучения в области высококачественного компьютерного образования, работа с бизнесом для выявления и обновления потребностей в навыках;

- поощрение активного участия в Международном исследовании компьютерной и информационной грамотности (ICILS);

- поощрение участия женщин в STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics – наука, технология, инженерия и математика) с Европейским институтом инноваций и технологий (EIT) и поддержка разработки учебных программ высшего образования, которые привлекают женщин к инженерному делу и ИКТ на основе STEM.

Число финансируемых ежегодно проектов в сфере цифрового образования увеличилось втрое после реализации аналогичного плана действий в 2018–2020 гг. Эти проекты реализовались в основном через программу Erasmus+ и онлайн-платформы eTwinning, Gateway и EPALE [13].

В рамках программы Erasmus+ за указанный период был дан старт более чем 35 проектам, направленным на развитие цифровой компетентности и использование цифровых технологий для преподавания [13]. Это межотраслевые проекты, в них участвуют более 50 организаций из всех областей образования и профессиональной подготовки из разных стран. Основное внимание уделяется использованию цифровых технологий как средству создания инновационной практики (например, в обучении на рабочем месте). Почти во всех проектах существенное внимание уделялось использованию цифровых технологий для придания образованию более инклюзивного характера и реагирования на изменяющиеся потребности рынка труда. Более 12% респондентов, участвовавших в общественных консультациях по программе Erasmus+, признали, что инновации «чрезвычайно актуальны» для удовлетворения потребностей сектора образования. Преимуществом Erasmus+ является система взаимного обучения. Не менее важным механизмом является система самостоятельной оценки цифровой готовности SELFIE, которая была апробирована в 14 странах.

В ходе осуществления плана действий на 2018–2020 гг. поддержка сотрудничества и взаимодействия образовательных учреждений с заинтересованными сторонами оказывалась главным образом в рамках двух инициатив: рабочей группы по цифровому образованию «Образование и профессиональная подготовка 2020» (ET 2020) и хакатона по цифровому образованию.

Рабочая группа ET 2020 по цифровому образованию является форумом для обмена мнениями и опытом в области использования технологий в образовании и профессиональной подготовке и развития цифровых компетенций [14]. DigiEduHack – это 24-часовой конкурс, в котором принимают участие организации, работающие в образовании и подготовке кадров в ЕС и во всем мире с целью выявления проблем и совместного создания решений на ближайшие 50 лет [15]. Данное мероприятие зарекомендовало себя как весьма успешная площадка для апробирования ориентированных на пользователя инноваций. В первый раз в нем приняли участие 1700 человек из 21 страны мира (рис. 24).

Мобильность является важной частью образования, и цифровые технологии помогают ее совершенствовать. В ЕС реализуется проект электронной студенческой карты.

Основные цели программы состоят в следующем: а) возможность идентификации студентов, б) доступ к информационным системам в вузах, в) обеспечение обмена достоверными данными об академической успеваемости, г) сокращение административных процедур и обеспечение доступа к услугам, связанным с образовательным процессом.

Политика цифрового образования развивается не только на общеевропейском, но и на национальном уровне. Почти все страны-члены ЕС в настоящее время располагают национальными и региональными стратегиями в области цифрового образования, например [16]:

Португалия: INcoDe.2030 – National Digital Competences Initiative.

Стратегия сосредоточена на пяти направлениях:

1. инклюзивность (цель – обеспечить доступ к цифровым технологиям для всех,

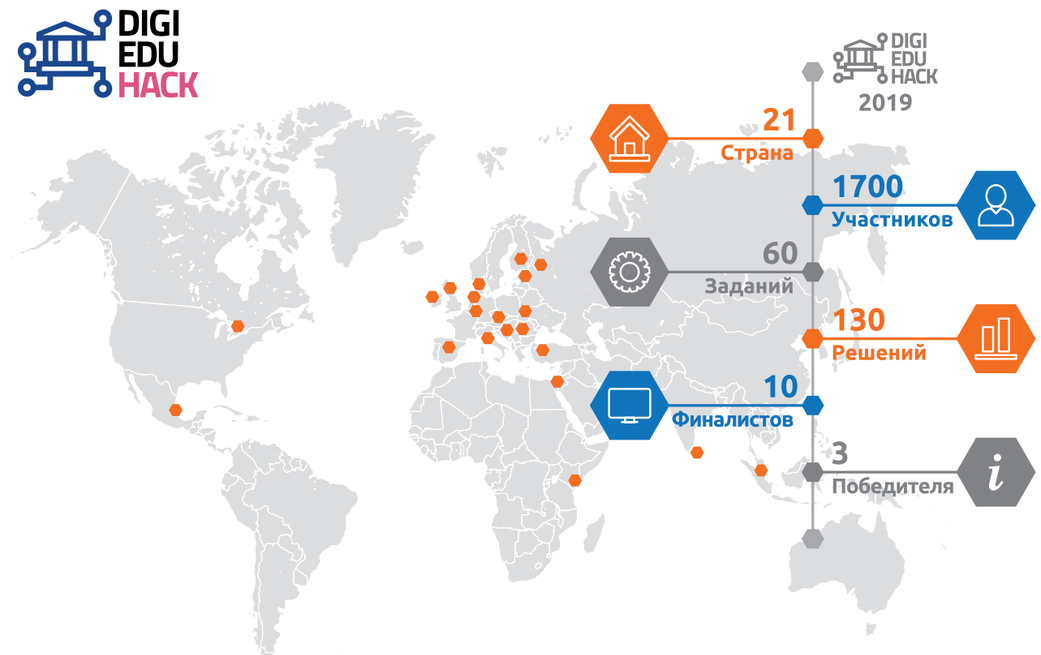


Рис. 24. Результаты первого цифрового хакатона, 2019 г.

включая тех, кто уже получил высшее образование);

2. обучение (акцент на цифровую грамотность и цифровые навыки на всех стадиях образовательного процесса, а также обучение на протяжении всей жизни);

3. квалификация (обучение с акцентом на выработку цифровых навыков, востребованных на рынке труда);

4. специализация (обучение узкоспециализированным навыкам в области цифровых технологий);

5. исследования (например, генерация новых идей, участие в международных исследовательских программах и площадках).

Германия: DigitalPakt Schule – пятилетний план, направленный на начальную и последующую подготовку преподавателей, пересмотр учебных программ в соответствии с цифровой трансформацией, внедрение современного учебного программного обеспечения, а также сохранение и обслуживание цифровой инфраструктуры.

Бельгия: Pacte pour un Enseignement d'Excellence. Стратегия сосредоточена на развитии навыков и грамотности в области современных технологий, мерах по подготовке преподавателей, внедрении цифрового оборудования, распространении и общедоступном использовании образовательных ресурсов.

Аналогичные программы развития и цифровой трансформации существуют в других странах мира. Так, например, в Канаде с 2016 г. федеральное правительство ввело широкий спектр мер и инструментов. Отметим наиболее важные инициативы [17]:

1. Программа «Инновационные суперкластеры» уже пять лет оказывает поддержку консорциумам по всей стране. Хотя только один из этих суперкластеров уделяет особое внимание цифровым технологиям, все они предполагают внедрение и использование цифровых технологий в своих соответствующих секторах.

2. Стратегический инновационный фонд объединяет существующие инновационные программы для аэрокосмического и автомобильного секторов, расширяет поддержку для новейших технологий.

3. Innovative Solutions Canada – программа исследований в области инноваций в бизнесе (SBIR), предназначенная для позиционирования федерального правительства как первого заказчика в области инноваций.

4. Программа Innovation Canada задумана как единый контактный центр для инновационных компаний, направляющий их в наиболее подходящие программы и департаменты (в том числе провинциальные и территориальные) для удовлетворения их потребностей.

5. Инициатива Venture Capital Catalyst, представленная в декабре 2017 г., предусматривает инвестиции в сумме 400 млн долл. через Банк развития бизнеса Канады для финансирования цифровизации быстрорастущих предприятий.

6. Объявлено о дополнительном финансировании Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy, которое будет осуществляться через Канадский институт передового опыта.

Кроме того, федеральное правительство объявило, что будет осуществлять более 90 программ, направленных на поддержку инноваций в бизнесе [17].

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ

Как показано в разделе 1.2, для обеспечения баланса рынка труда система образования должна устранять дефицит цифровых навыков у работоспособного населения, вовлекая в процесс обучения как можно большую долю людей старшей возрастной категории. В этом отношении важно развитие новых цифровых инструментов дополнительного профессионального образования и переподготовки.

В Европе для оценки цифровых навыков применяется система DigComp – European Digital Competence Framework [18]. В настоящее время DigComp синхронизирована с системой ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations), представляющей собой многоязычную классификацию навыков, компетенций, квалификаций и профессий, действующую на территории ЕС [19]. Визуализация данной системы представлена на рис. 25.

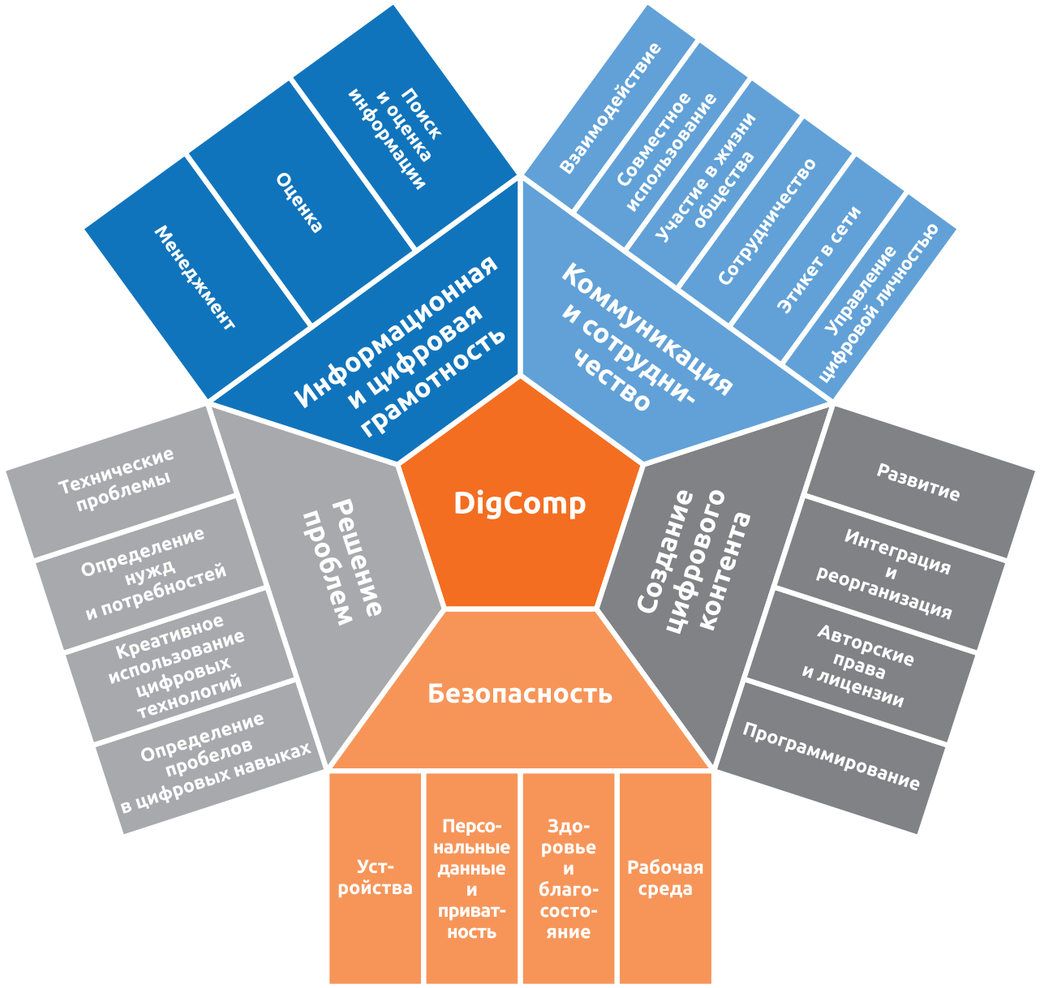


Рис. 25. Цифровые компетенции в системе DigComp

Статистика показывает, что в 2018 г. в Европе 24% предприятий проводили обучение своих сотрудников в области ИКТ [20]. Лидерами являются Финляндия (37%) и Бельгия (36%), замыкают рейтинг такие страны, как Польша (13%), Литва (11%), Болгария (10%) и Румыния (6%). Проведение обучения в области ИКТ скорее характерно для крупных предприятий (более 70% от всех рассмотренных), в то время как среди малых предприятий этот показатель гораздо ниже – менее 25%.

Для работодателей в целом есть три варианта организации повышения цифровых компетенций сотрудников: 1) развивать компетенции внутри организации собственными силами, 2) развивать компетенции с помощью внешних инструментов и 3) нанимать работников, обладающих необходимыми компетенциями. На практике применяется сочетание этих трех подходов. Первый вариант предполагает, что компании должны обеспечить сотрудников доступом к соответствующим технологиям и ресурсам, развивать организационную культуру, которая поощряет и мотивирует обучение, а также развивает интерес к цифровым технологиям [21, 22]. Во втором случае целесообразно наладить взаимодействие со специализированными консультантами [21], подрядчиками или долгосрочными поставщиками образовательных услуг [23, 24], сотрудничество с сильными игроками в интересующей сфере [22]. В Европе значительная роль в системе профессиональной переподготовки отводится так называемым посредникам на рынке труда (Labour Market Intermediaries – LMI). Ими могут быть как государственные, так и частные организации, предоставляющие широкий спектр услуг, связанных с профессиональной подготовкой.

Онлайн-обучение может стать ответом на вызов, заключающийся в необходимости увеличения доли взрослого населения, участвующего в программах дополнительного профессионального образования и переподготовки [25]. Массовые открытые онлайн-курсы (одна из наиболее распространенных форм онлайн-обучения) признаются как соискателями, так и работодателями эффективным инструментом для получения цифровых навыков [20].

К примерам успешного взаимодействия государства, частного сектора и некоммерческих организаций в области развития цифровых компетенций и применения их на рынке труда можно отнести следующие инициативы:

1. Для изучения возможности использования ESCO частными операторами Еврокомиссия запустила пилотный проект с LinkedIn, крупнейшей в мире профессиональной сетью. В рамках проекта были сопоставлены материалы LinkedIn и ESCO для оценки цифровых навыков [26].

2. Европейский вещательный союз (EBU) разработал инструмент управления навыками («процессор будущих навыков») для поддержки набора, управления и обучения персонала. Его кадровые службы использовали классификацию ESCO для создания подробных вакансий и разработки тренингов по повышению квалификации и переподготовке сотрудников [27].

3. OpenSKIMR – онлайн-проект, помогающий людям создавать и проектировать личные карьерные маршруты, а также предлагающий альтернативные пути обучения и карьерного роста. Платформа использует профили навыков и терминологию ESCO в качестве основы для собственных алгоритмов [28].

4. Docebo – платформа корпоративного обучения, в основе которой применяется искусственный интеллект [29].

5. EURES – европейская сеть сотрудничества служб занятости. Она предоставляет информацию, консультации и услуги по подбору работы как для работников, так и для работодателей и других граждан, желающих воспользоваться принципом свободного передвижения людей. EURES использует ESCO для описания профессий и навыков на 26 европейских языках, а также для облегчения сотрудничества и обмена данными между государственными службами занятости [30].

6. Европейский центр развития профессионального образования (CEDEFOP) использовал опыт, навыки и компетенции ESCO для анализа больших данных о потребностях рынка труда в квалифицированных кадрах [31].

Большой вклад в развитие дополнительного профессионального образования вносят частные компании, создавая собственные платформы для подготовки новых кадров. Так, опытный центр компании PwC в Риме собирается запустить проект «Цифровое обновление», программа которого создана для собственного штатного персонала. Она призвана облегчить понимание цифрового мира и включает в себя специализированное обучение анализу данных, робототехнике и технологии искусственного интеллекта. В результате такой подготовки новые специалисты будут содействовать распространению новых технологий и методик, помогающих автоматизировать процессы и качественно улучшить подход к работе. В рамках данного центра также формируется сообщество PwC для обмена технологиями в режиме онлайн, где люди могут находить и создавать проекты, предлагать свои идеи для того, чтобы способствовать повышению эффективности на всех уровнях работы [32].

Появление и растущая популярность обучения на основе видеоуроков привели к беспрецедентному росту количества массовых открытых онлайн-курсов (MOOK), позволяющих получить как базовые знания по специальности в виде коротких курсов, так и ученую степень по некоторым направлениям. Все подобные проекты имеют собственные образовательные онлайн-платформы и мобильные приложения, что делает такой вид образования предельно доступным. Одна из самых крупных международных платформ Coursera сотрудничает с более чем 200 ведущими университетами и компаниями для предоставления гибкого, доступного, релевантного с точки зрения занятости онлайн-обучения частным лицам и организациям по всему миру.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В КОМПАНИЯХ

Как и в случае повышения квалификации работников, для оценки имеющихся цифровых компетенций внутри компании можно выделить три основных инструмента: 1) оценка с применением тестирования, разработанного компанией на основании внутренних требований, 2) оценка цифровых компетенций с использованием сторонних разработанных систем (например, онлайн-платформ или готовых тестов) и 3) привлечение сторонних организаций для оценки уровня цифровых компетенций сотрудников.

Наиболее доступным вариантом для малых и средних компаний можно назвать онлайн-платформы, позволяющие быстро и эффективно оценить уровень цифровых компетенций сотрудников. Так, Digital Competence Wheel, основываясь на оценке конкретных знаний, навыков и компетенций, имеющих важное значение для достижения цели в обозначенной области и для инициирования целенаправленного обучения, формирует отчет в онлайн-режиме, который демонстрирует текущий уровень цифровых компетенций [33]. Преимуществом данной платформы является возможность адаптировать вопросы тестирования в соответствии с требованиями компании и сравнивать полученные отчеты для более глубокого анализа. Другая аналогичная платформа, Digital Competence Indicator, позволяет не только оценить имеющиеся компетенции, но и проводить разделение сотрудников на четыре «цифровых типа» в

зависимости от их роли в цифровой трансформации и осуществляет подбор образовательного контента на этой же платформе для повышения уровня их знаний [34]. Среди российских проектов для тестирования можно выделить платформу «Цифровой гражданин», которая позволяет оценивать готовность сотрудников компании к цифровой трансформации, выстраивать эффективную траекторию обучения кадров, выявлять уровень цифровой грамотности при оценке соискателей [35].

Привлечение сторонних организаций для оценки уровня цифровых компетенций сотрудников является оптимальным решением для крупных компаний. Так, на основании программы Erasmus+ разработан проект DC4Work, предлагающий назначить «промоутера цифровых компетенций» в компании или организации, чтобы раскрыть потенциал совершенствования цифровых компетенций и предложить модель трансформации и развития. [36].

Аналогичные проекту Европейского Союза DC4Work услуги в настоящее время предоставляют и многие международные консалтинговые компании. Как правило, они проводят оценку уровня цифровых компетенций сотрудников, на основании которой разрабатываются рекомендации по кадровым решениям и формируется план цифровой трансформации. Подобное сопровождение при цифровой трансформации предлагают McKinsey & Company, Bain & Company, Deloitte, IBM, BCG, Atos и др.

ВЫВОДЫ

Цифровые технологии меняют мир с невероятной скоростью, влияют на то, как мы живем, взаимодействуем и работаем, в результате чего со стороны различных работодателей возникает острый спрос на инструменты, которые способствуют развитию цифровых компетенций у действующих и потенциальных сотрудников.

Различные устройства, связанные посредством сети Интернет, и интеллектуальные системы окружают нас и помогают нам в плане доступа и обмена информацией, сотрудничества, рабочих процессов, и, конечно же, возможностей при обучении. Применение цифровых технологий в образовательном процессе при правильном стратегическом планировании открывает множество возможностей, в том числе повышение уровня гибкости, индивидуализации и инклюзивности для обучающихся. При этом в ходе цифровизации создаются более доступные и интерактивные системы взаимодействия и коммуникации, которые позволяют продвигать и популяризировать обучение, а также предоставляют населению возможность пользоваться достижениями цифровой трансформации, помогая при этом избежать рисков, которые могут возникнуть в результате отставания общества от цифрового прогресса или небрежного использования современных технологий.

Таким образом, системы образования и профессиональной подготовки играют важную роль в освоении человеком цифровых технологий и в его подготовке к новым вызовам, возникающим в результате цифровой трансформации.

Список использованных источников

1. Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer, Nicole Weber. EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition // EDUCAUSE. – 2019.
2. Stephanie Carretero, Riina Vuorikari, Yves Punie. DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use // Luxembourg: Publications Office of the European Union. – 2017.
3. The Committee on European Computing Education (CECE) Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat? // Informatics Europe & ACM Europe. – 2017.
4. Gonzalez Vazquez I., Milasi S., Carretero Gomez S., Napierala J., Robledo Bottcher N., Jonkers K., Goenaga X., Arregui Pabollet E., Bacigalupo M., Biagi F., Cabrera Giraldez M., Caena F., Castano Munoz J., Centeno Mediavilla C., Edwards J., Fernandez Macias E., Gomez Gutierrez E., Gomez Herrera E., Inamorato Dos Santos A., Kampylis P., Klenert D., López Cobo M., Marschinski R., Pesole A., Punie Y., Tolan S., Torrejon Perez S., Urzi Brancati C., Vuorikari R. The changing nature of work and skills in the digital age // Publications Office of the European Union, Luxembourg. – 2019.
5. ICT education – a statistical overview // Eurostat URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT_education_-_a_statisticaloverview&oldid=454538#:~:text=In%202019%2C%20almost%20three%20quarters%20(73.1%20%25)%20of%20employed,the%20corresponding%20share%20was%2067.7%20%25. (дата обращения: 20.12.2020).
6. The Digital Economy and Society Index (DESI) // European commission URL: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-economy-and-society-index-desi (дата обращения: 20.12.2020).
7. OECD (2019). Education at glance. Paris: OECD Publishing.
8. OECD (2017). Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. Paris: OECD publishing.
9. Butschan J., Heidenreich S., Weber B., & Kraemer T. (2018). Tackling Hurdles to Digital Transformation – the Role of Competences for successful Industrial Internet of Things (IIoT) Implementation. International Journal of Innovation Management, 1950036, pp. 1–34.
10. Andriole S. J. (2018). Skills and Competences for Digital Transformation, IT Professional, 20(6), pp. 78–81.
11. Europe's future is digital: EU countries to commit in Rome to go deeper and further on digital (2017) // European Commission URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_17_687 (дата обращения: 20.12.2020).
12. Digital Education Action Plan (2020) // European Commission URL: https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en (дата обращения: 21.12.2020).
13. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA) URL: https://eacea.ec.europa.eu/erasmus-plus_en (дата обращения: 21.12.2020).
14. ET 2020 Working Groups // Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA) URL: https://ec.europa.eu/education/policies/european-policy-cooperation/et2020-working-groups_en (дата обращения: 21.12.2020).
15. DigiEduHack URL: https://digieduhack.com/en/ (дата обращения: 21.12.2020).
16. European Commission (2019). Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. Luxembourg: EU Publications Office.
17. Wolfe, David A. 2019. A Digital Strategy for Canada: The Current Challenge. IRPP Insight 25. Montreal: Institute for Research on Public Policy.
18. Stefano Kluzer. Clara Centeno, William O´Keeffe, DigComp at Work. The EU's digital competence framework in action on the labour market: a selection of case studies. 2020.
19. ESCO handbook: European Skills, Competences, Qualifications and Occupations, European Commission, 2017.
20. González-Vázquez et al. (2019). The changing nature of work and skills in the digital age. Luxembourg:EU Publications Office.
21. Dremel C., Herterich M. M., Wulf J., Waizmann J.-C., & Brenner W. (2017). How AUDI AG established big data analytics in its digital transformation. MIS Quarterly Executive, 16(2), pp. 81–100.
22. Khin S., & Ho T. C. F. (2018). Digital technology, digital capability and organizational performance: A mediating role of digital innovation. International Journal of Innovation Science.
23. Kettunen P., & Mäkitalo N. (2019). Future smart energy software houses. European Journal of Futures Research, 7(1).
24. Andriole S. J. (2018). Skills and Competences for Digital Transformation. IT Professional, 20(6), pp. 78–81.
25. Castaño-Muñoz J., Punie Y., Inamorato dos Santos A., Mitic N., & Morais R. (2016). How are Higher Education Institutions Dealing with Openness? A Survey of Practices, Beliefs, and Strategies in Five European Countries. JRC Science for Policy Report.
26. ESCO: Our success stories // European commission URL: https://ec.europa.eu/esco/portal/document/en/47b25dc1-145c-4f88-aa7c-fea929e47cf5 (дата обращения: 21.12.2020).

27. Home Page // European Broadcasting Union URL: https://www.ebu.ch/home-B.
28. Home Page // European Broadcasting Union URL: https://www.ebu.ch/home-B (дата обращения: 21.12.2020).
29. Docebo – cloud LMS URL: https://www.docebo.com/ (дата обращения: 21.12.2020).
30. EURES – The European Job Mobility Portal // European Commission URL: https://ec.europa.eu/eures/public/en/homepage (дата обращения: 21.12.2020).
31. CEDEFOP – European centre for the development of vocational training URL: https://www.cedefop.europa.eu/en (дата обращения: 21.12.2020).
32. Digital skills: Rethinking education and training in the digital age, 2020 PriceWaterhouseCoopers Advisory SpA.
33. The Digital Competence Wheel URL: https://digital-competence.eu/ (дата обращения: 21.12.2020).
34. Digital competence indiciator URL: https://en.dci.digital/ (дата обращения: 22.12.2020).
35. Проект «Цифровой гражданин» // Официальный сайт. URL: https://it-gramota.ru/ (дата обращения: 22.12.2020).
36. DC4Work – Digital competence 4.0 URL: https://www.dc4work.eu/ (дата обращения: 22.12.2020).

1.4 ПОДХОДЫ К КОЛЛЕКТИВНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

ГРУППА ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ИНЦИДЕНТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Группу экспертов, занимающихся обнаружением, анализом и реагированием на нарушения информационной безопасности принято обозначать аббревиатурами CSIRT (Computer Security Incident Response Team – группа реагирования на инциденты компьютерной безопасности) или CERT (Computer Emergency Response Team – группа экстренного реагирования на инциденты компьютерной безопасности). Первая команда CERT была сформирована в Университете Карнеги-Меллона по заказу правительства США в ноябре 1988 г. для борьбы с вредоносной программой «Червь Морриса», парализовавшей работу узлов ARPANET (компьютерная сеть в США, существовавшая в 1969 – 1990 гг., прообраз Интернета). В отличие от CSIRT, термин CERT является зарегистрированной торговой маркой, принадлежащей Университету Карнеги-Меллона (США).

CSIRT или CERT представляет более глобальный уровень организации по сравнению с SOC (Security Operations Center – центр обеспечения безопасности). Если последний предназначен для обеспечения информационной безопасности в пределах ограниченной инфраструктуры (например, предприятия), то CERT может действовать в масштабах страны (JPCERT/CC, Япония), региона (AusCERT, Австралия) или отрасли (FinCERT, Россия).

Помимо управления инцидентами, CERT также занимается исследованиями по широкому кругу тем – от безопасной разработки и внутренних угроз до анализа уязвимостей и обеспечения живучести информационных систем. Кроме того, CSIRT и CERT предоставляют сервисы по обработке инцидентов, поддержке клиентов в процессе восстановления после обнаружения уязвимостей, профилактические и образовательные сервисы, создают рекомендации по устранению уязвимостей в программном обеспечении и используемом оборудовании [1].

CERT могут обслуживать научно-образовательную сферу (университеты, научные центры, институты), органы государственной власти, включая силовые ведомства, финансовые структуры, телекоммуникационные компании и другие крупные организации.

Исходя из вышеописанного, можно сделать вывод, что выбор формы CERT обусловлен возможностью действовать в рамках целой отрасли. CERT прочно вошел в практику отрасли информационной безопасности как сосредоточение многих субъектов рынка, направленных на создание экосистемы знаний, обмена опытом и предотвращения нарушений информационной безопасности.

На данный момент в мире существует более 500 CERT и CSIRT в различных странах мира. Основной координационный центр по решениям проблем информационной безопасности в интернете CERT/CC функционирует на основе Института программной инженерии в Университете Карнеги-Меллона. Наряду с проведением независимых исследований и решением различных задач по обеспечению безопасности глобальной информационной инфраструктуры эта организация обеспечивает централизованный сбор сведений об уязвимостях в различных информационных системах и поддержание актуальной базы знаний об уязвимостях. Сведения о вновь выявляемых уязвимостях, вредоносных программах и способах нарушения информационной безопасности рассылаются по электронной почте: подписчиками этого бюллетеня являются более 160 тыс. специалистов во всем мире. В рамках этой деятельности CERT/CC осуществляет постоянную исследовательскую работу:

- определение характера возможных последствий использования выявленных уязвимостей и вирусов;
- анализ имеющихся средств использования уязвимостей;
- анализ того, насколько активно используются уязвимости и насколько широко распространены вирусы;
- взаимодействие с поставщиками информационных систем с целью более глубокого анализа выявляемых уязвимостей.

US-CERT – Команда США по обеспечению готовности к чрезвычайным ситуациям с компьютерами (United States Computer Emergency Readiness Team) – подразделение национального управления кибербезопасности Министерства внутренней безопасности США, которое функционирует при поддержке специалистов Университета Карнеги-Меллона.

Созданная в сентябре 2003 г., US-CERT является партнером предприятий государственного и частного сектора, предназначенным для координации реагирования на угрозы из интернета. US-CERT рассылает своим партнерам информацию о текущих вопросах безопасности, уязвимостях и эксплоитах, и работает с поставщиками программного обеспечения для создания патчей, устраняющих уязвимости в системах безопасности. Круг задач команды US-CERT включает в себя анализ компьютерных уязвимостей, купирование компьютерных атак, распространение информации о них и координацию усилий во время экстренных ситуаций.

North American Reliability Corporation (NERC) в США отвечает за разработку стандартов в области информационной безопасности в энергетике. Помимо этого, NERC создала систему информирования об угрозах в области информационной безопасности NERC Alerts, к которой подключены все энергетические предприятия США. В составе NERC создан Центр обмена информацией в области кибербезопасности электроэнергетики (E-ISAC). Это подразделение в сотрудничестве с Министерством энергетики служит основным каналом связи по вопросам информационной безопасности для электроэнергетической отрасли. Также NERC ежегодно организует конференцию по информационной безопасности в энергетике GridSecCon [2].

Наконец, каждые два года NERC совместно с государственными и частными компаниями организует масштабные киберучения GridEx для отработки реагирования на атаки на электрические сети. В 2017 г. в та-

ких учениях приняли участие более 7 000 участников из более чем 450 организаций. В 2017 г. бюджет NERC составлял почти 70 млн долл. США, а штат состоял из 190 сотрудников без учета консультантов и привлеченных специалистов.

В Европе действует более 500 групп CERT, имеющих как государственную, так и частную принадлежность [3]. Агентство Евросоюза по кибербезопасности (The European Union Agency for Cybersecurity, ENISA) поддерживает сеть CERT, предоставляет консультационные услуги, а также позволяет разработать адекватный ответ на самые масштабные, кросс-граничные инциденты.

С учетом роста цифровизации во всех отраслях в 2016 г. в Европе принята директива NIS по обеспечению безопасности в компьютерных сетях и информационных системах. При Европейской комиссии создано объединение экспертов по информационной безопасности в энергетике (Energy Expert Cyber Security Platform Expert Group – EECSP-EG). Группа EECSP-EG среди прочих рекомендаций настаивает на необходимости создания в Европе отдельной структуры, которая позволит давать оперативные и адекватные ответы на компьютерные атаки в энергетике [4].

Для обмена информацией между CERT создана площадка FIRST (Forum of Incident Response and Security Teams – Форум групп реагирования на инциденты и обеспечения информационной безопасности) [5]. На 2020 г. в FIRST зарегистрировано более 500 групп, в том числе четыре CERT, относящихся к России. В Европе для обмена информацией между CERT и CSIRT в 2000 г. создано объединение Trusted Introducer.

УПРАВЛЕНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ, ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ США

Как агентство, специализирующееся на энергетическом секторе, Министерство энергетики США отвечает за обеспечение безопасности энергетической инфраструктуры страны. Управление кибербезопасности, энергетической безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации – CESER (The Office of Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response) играет важную роль в подготовке к происшествиям в киберпространстве, а также в реагировании на текущие угрозы [6]. Роль CESER, как указано в Национальной киберстратегии США, заключается в сотрудничестве с Министерством внутренней безопасности США (U.S. Department of Homeland Security) для координации и объединения усилий по реагированию в случае возникновения инцидентов в киберпространстве [7].

CESER сосредоточено на использовании лучших идей федерального правительства, партнеров в энергетическом секторе, сообщества по кибербезопасности, научных организаций, правительств штатов и местных органов власти, а также Национальных лабораторий для снижения риска перебоев в энергоснабжении в результате инцидентов в киберпространстве. Работая в тесном сотрудничестве с этими организациями в рамках цикла исследований и разработок (НИОКР), CESER уделяет особое внимание проектам, которые увеличивают скорость и эффективность обмена информацией об угрозах и уязвимостях, минимизируют последствия кибератак в современных системах и повышают их сопротивляемость киберугрозам при одновременном уменьшении риска.

CESER подходит к своей миссии повышения безопасности и выживаемости энергетической инфраструктуры страны с помощью как краткосрочных, так и долгосрочных решений в области исследований и разработок для решения текущих и будущих проблем. Для производства инструментов и технологий, способных помочь системам энергоснабжения обнаруживать и противостоять кибернетическим инцидентам, а также смягчать их последствия, CESER применяет надежную инвестиционную стратегию, направленную на устранение пробелов в потенциале этого сектора. Учитывая как неотложность проблем, так и неудовлетворенные потребности отрасли, CESER ведет партнерскую политику таким образом, чтобы уравновесить ускоренное развитие инструментов и технологий, необходимых для устранения уязвимостей сегодня, с исследованиями в области решений, которые способны противостоять угрозам в будущем. Это включает разработку инструментов и/или технологий, которые могут:

- предотвращать инциденты в киберпространстве путем уменьшения зоны уязвимости систем и их компонентов для кибератак;
- блокировать попытки неправомерного использования систем энергоснабжения;
- отличать сбой, вызванный инцидентом, от сбоя, вызванного другой причиной;
- адаптировать системы энергоснабжения таким образом, чтобы они могли автоматически реагировать на попытки вторжения.

CESER использует Национальные лаборатории для тестирования компонентов и конфигураций на основе обратной связи с промышленностью. Постоянные инструменты мониторинга и возможности информационных систем и сетей управления, а также выявление передового опыта поддерживаются программой обмена информацией о рисках в области кибербезопасности CESER.

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ CESER В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Решающее значение для планирования скоординированного реагирования на чрезвычайные ситуации имеют учения. CESER готовится ко всем опасностям, которые могут повлиять на энергоснабжение, проводя совместную работу с федеральными органами власти, партнерами из нефтегазового сектора, электроэнергетического сектора, а также с представителями других важнейших инфраструктурных секторов страны.

После каждого учения CESER проводит улучшение протоколов безопасности и директив на основе обратной связи от участников и полученных результатов. После утверждения усовершенствованных мер они включаются в планы и процедуры по реагированию на чрезвычайные ситуации, а также в сценарии будущих учений. Результаты учений предоставляются участникам в виде отчетов, с помощью которых они могут дополнить или изменить свои собственные протоколы реагирования на кибератаки. Эти рекомендации часто включают методики, с помощью которых участники могут эффективнее использовать каналы взаимопомощи и государственные ресурсы в случае, если авария повлияет на их энергетическую инфраструктуру.

Под руководством CESER проводится несколько серий учений в год. Управление также спонсирует, поддерживает и участвует в учениях под руководством промышленных предприятий и ассоциаций, представляющих государственные организации.

Основные ежегодные учения:

«Чистый путь» (Clear Path) [8]. Программа «Чистый путь» – это ежегодная серия учений CESER по всем видам энергетической безопасности и устойчивости к внешним угрозам. Учения «Чистый путь» являются главной площадкой для повышения способности энергетического сектора к совместной работе перед угрозой серьезных

инцидентов. В этой серии учений изучаются и тестируются возможности энергетического сектора реагировать на угрозы и ликвидировать их последствия, а также актуальные планы и инструкции организаций, которые начинают действовать в случае крупных инцидентов. При этом в ходе учений подчеркивается взаимозависимость между многочисленными критическими секторами инфраструктуры. Каждый год на серии учений «Чистый путь» участникам представляются различные сложные сценарии инцидентов. Им предлагается применять новые методики и инструменты, которые были получены по результатам предыдущих учений и реальных происшествий для решения поставленных задач. CESER стремится к тому, чтобы каждая новая серия учений «Чистый путь» представляла собой все более реалистичный и сложный опыт для всех участников. На сегодняшний день CESER в рамках данных учений привлекли более 800 партнеров из энергетического и межотраслевого сектора.

«**Затмение свободы» (Liberty Eclipse)** [8]. «Затмение свободы» – это серия учений Министерства энергетики по кибербезопасности. Специалисты по реагированию на киберугрозы вместе с несколькими участниками программы направляются на подстанции для проведения практических действий по реагированию на кибератаки с использованием действующего оборудования и программного обеспечения подстанций. Эти учения способствуют улучшению межведомственной отчетности, обмену информацией, технической взаимопомощи, а также способности энергетического сектора выявлять конкретные признаки кибератак. Каждая итерация этой серии основана на уроках, извлеченных из предыдущих учений по кибербезопасности, оказавших воздействие на энергетический сектор.

Эти учения способствуют повышению общей кибербезопасности как внутри государственных и частных организаций энергетического сектора, так и между ними.

Учения «КиберУдар» (CyberStrike Training) [8]. Учения «КиберУдар» – это профессиональное обучение CESER в области кибербезопасности для технологической среды. С момента создания в 2016 г. по этой программе было обучено более 1 500 человек как в США, так и за рубежом. В программе предусмотрены зачетные единицы для повышения квалификации участников, модули со сценариями, специфичными для электроэнергетической и нефтегазовой отраслей, а также преподавательский состав, состоящий из ведущих специалистов в области кибербезопасности энергетических систем.

Возможности практического обучения, предлагаемые данной программой, помогают существующим специалистам по кибербезопасности понять, как противники проводят кибератаки против систем промышленного контроля, используемых в энергетическом секторе, а также получить навыки, необходимые для противодействия этим угрозам.

ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ НА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Глобальные технологические производственно-сбытовые цепочки становятся все более разнообразными и сложными, увеличивая общий риск для энергетических систем. Для того чтобы противостоять угрозам повреждения производственно-сбытовых цепочек – будь то в результате преднамеренных действий, технических уязвимостей или просто плохого контроля качества, – CESER возглавляет программу Министерства энергетики США по выявлению уязвимостей в области кибербезопасности и определению приоритетных компонентов программного обеспечения для энергетических систем в целях обеспечения безопасности наиболее важных частей энергетической инфраструктуры страны.

В рамках программы тестирования на кибербезопасность систем промышленного управления – Cyber Testing for Resilient Industrial Control Systems (CyTRICS) CESER использует возможности тестирования и анализа, предоставляемые Национальными лабораториями Министерства энергетики, для подтверждения безопасности программного обеспечения и встроенного программного обеспечения компонентов, используемых в энергетическом секторе [9]. CESER с помощью CyTRICS тестирует уязвимые места, делится информацией с производителями для разработки обновлений, а также оповещает заинтересованные стороны об использовании ненадежных компонентов, чтобы они могли решить проблемы с уязвимостями в своих системах. Приоритет при проведении испытаний и анализа отдается компонентам, имеющим наибольшее влияние на окружающую среду, а также затрагивающим интересы национальной безопасности.

В целях последовательного и эффективного предоставления результатов программа CyTRICS использует стандартизированный подход ко всем ключевым элементам тестируемой системы, в том числе:

- стандартизированный процесс тестирования для обеспечения последовательности и воспроизводимости результатов, независимо от места проведения тестирования;
- стандартизированный формат для представления отчетов об уязвимостях и предоставление в базу данных CyTRICS для анализа специалистами энергетического сектора;
- стандартизированное соглашение с организациями для выработки совместных действий по раскрытию информации об уязвимостях и предотвращения инцидентов.

По мере роста программы CyTRICS результаты будут собираться и обрабатываться в рамках комплексной базы данных. Доступ к базе данных будет предоставляться исследовательским лабораториям, заинтересованным организациям отрасли и поставщикам оборудования для обеспечения эффективного и своевременного раскрытия уязвимостей, выявленных в ходе тестирования. Полученные результаты будут доступны для расширенного анализа с целью получения лучшей оценки отраслевых уязвимостей и принятия упреждающих мер по их устранению.

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Программа «Горизонт 2020» (Horizon 2020, или H2020) Евросоюза в области исследований и инноваций финансирует четыре пилотных проекта, направленных на достижение общей цели «создания и эксплуатации пилотного проекта Европейской сети компетенций в области кибербезопасности и разработки общеевропейской дорожной карты по исследованиям и инновациям в области кибербезопасности». В программе обобщается основная информация о следующих пилотных проектах: CONCORDIA [10], ECHO [11], SPARTA [12] и CyberSec4Europe [13] (см. рис. 26). Эти проекты будут способствовать укреплению потенциала ЕС в области кибербезопасности и решению возникающих проблем в киберпространстве для увеличения безопасности единого цифрового европейского рынка [14].

Четыре пилотных проекта программы «Горизонт 2020» должны поддержать развитие устойчивой европейской сети компетенций в области кибербезопасности. С их помощью будут осуществляться различные мероприятия (например, тренинги, решение кейсов по кибербезопасности в различных секторах, таких как энергетика, электронное здравоохранение, финансы, телекоммуникации, транспорт и др.) с целью решения проблемы кибербезопасности в ЕС и разработки инновационных решений, под-

CONCORDIA	Количество участников — членов ЕС: 14 Число партнеров: 46
SPARTA	Количество участников — членов ЕС: 14 Число партнеров: 44
ECHO	Количество участников — членов ЕС: 15 Число партнеров: 30
Cyber Security for Europe	Количество участников — членов ЕС: 20 Число партнеров: 43

Рис. 26. Пилотные проекты ЕС в области кибербезопасности

Страна	Национальные инициативы
Австрия	Подготовка стратегии в области кибербезопасности. Увеличение количества исследований в области кибербезопасности с помощью национальных исследовательских программ и программ ЕС в области безопасности (например, Национальная программа развития исследований KIRAS Austria). Австрийская платформа кибербезопасности, запущенная Федеральной канцелярией в 2015 г. в качестве государственно-частного партнерства, является центральной платформой Австрии для сотрудничества между частным и государственным секторами в вопросах кибербезопасности и защиты важнейших инфраструктур. Поддержка образования в области информационно-коммуникационных технологий, обеспечение безопасности ИКТ и компетентности в области средств информации (Национальная стратегия безопасности ИКТ).
Германия	Создание в 2011 г. Национального центра реагирования на киберугрозы и оптимизация сотрудничества между другими группами реагирования на инциденты и национальными органами власти. Создание учебных центров кибербезопасности – Фраунгофер (Fraunhofer) и избранная группа университетов создали Учебную лабораторию кибербезопасности, которая сосредоточена на различных секторах. Поддержка использования надежных и заслуживающих доверия информационных технологий, продолжение и активизация исследований в области ИТ-безопасности и защиты критически важных объектов инфраструктуры.
Франция	Создание совета, занимающегося инновациями, включая инициативы по обеспечению безопасности и сертификации систем с использованием инноваций и автоматизации в кибербезопасности. Разработка и акцентирование национального и европейского предложения продуктов и услуг в области безопасности. Интеграция требований кибербезопасности в государственные контракты.
Нидерланды	Реализация Национальной программы исследований кибербезопасности (NCSRA) с целью продолжения развития исследований в области кибербезопасности, направленных на разработку и коммерциализацию инновационных решений. Поощрение систем шифрования с открытым исходным кодом путем выделения для этого дополнительных ресурсов в рамках NCSRA. Создание агентства по исследованию кибербезопасности.

Таблица 8. Примеры национальных инициатив стран ЕС в области кибербезопасности

готавливающих ЕС к будущим межотраслевым и трансграничным вызовам кибербезопасности. Эти проекты вместе с европейской экосистемой кибербезопасности будут способствовать развитию исследований и инноваций в области кибербезопасности в Европе. Цели проектов согласуются с предложением Европейской комиссии о принятии в 2021 г. европейского постановления о создании Европейского центра компетенций в области промышленной, технологической и исследовательской кибербезопасности и сети национальных координационных центров по кибербезопасности.

В исследовании ENISA [15] для анализа и оценки текущих национальных инициатив в области кибербезопасности приняли участие 28 стран – членов Евросоюза. По итогам исследования в общей сложности 78,6% стран организуют учения по кибербезопасности и 92,9% устанавливают базовые требования к безопасности. 85,7% стран участвуют в международном сотрудничестве и налаживают партнерство между государственными и частными организациями. Все страны – участники исследования подтвердили, что они обеспечивают информирование граждан, содействуют развитию НИОКР и укреплению программ подготовки кадров и образования, а 78,6% создают стимулы для инвестиций частного сектора в меры безопасности. На рис. 27 подробно представлена вышеприведенная статистика.

Далее в табл. 8 приводится список национальных инициатив некоторых стран ЕС, участвовавших в исследовании Европейского агентства по кибербезопасности.

Анализ национальных инициатив ЕС свидетельствует о том, что страны-члены ЕС прилагают значительные усилия, в том числе инвестиционные, для обеспечения кибербезопасности.

ИНИЦИАТИВЫ ЕВРОСОЮЗА В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Внедрение и использование новых технологий (например, «умных сетей») и расширение их возможностей при подключении к сети

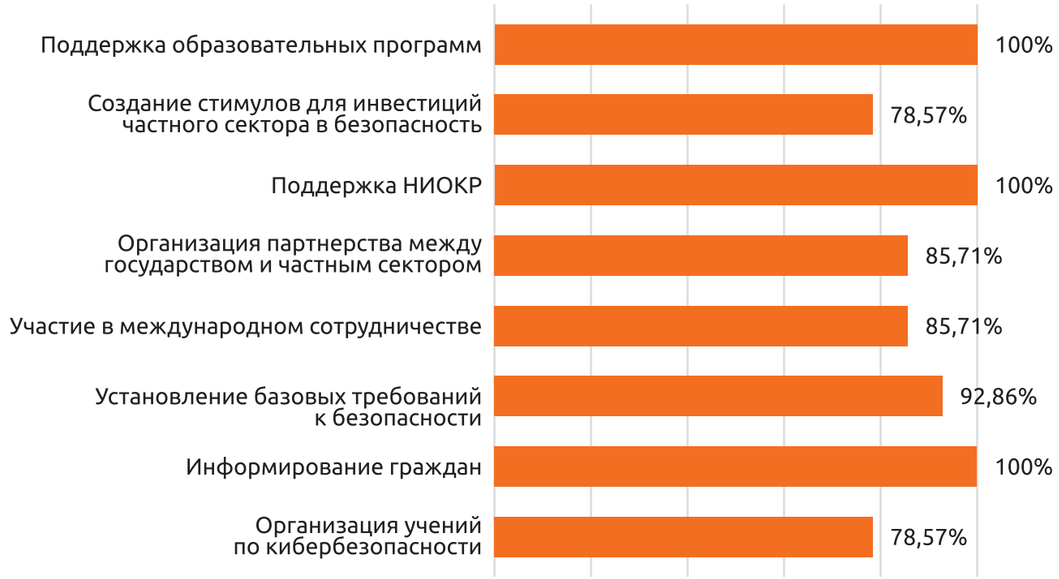


Рис. 27. Национальные стратегические инициативы стран ЕС.

Интернет приносят новые риски в энергетическую отрасль. Меры по обеспечению кибербезопасности должны приниматься параллельно с внедрением новых технологий, начиная с этапа проектирования, и это уже не просто вопрос защиты государственных или корпоративных ИТ-систем. Киберугрозы в настоящее время выходят на национальный и международный уровни, в результате чего возникает необходимость в совместном подходе к решению данных проблем.

Энергетическому сектору необходимо повысить нынешний уровень готовности в том, что касается управления киберпространством. Несколько опрошенных заинтересованных сторон провели сравнение с финансовым сектором, который имеет относительно высокий уровень готовности в вопросах кибербезопасности, что является примером для энергетического сектора при управлении рисками, а также при совместном решении инцидентов, связанных с кибербезопасностью.

Низкая готовность энергетического сектора объясняется историческими причинами, в силу которых физические угрозы безопасности всегда рассматривались выше всех других угроз. По мере того как энергетический сектор переживает цифровую трансформацию, необходимо повышать целевые показатели уровня готовности в противостоянии киберугрозам. Кибербезопасность следует рассматривать как один из важных компонентов безопасности в ситуации «многогранного вызова» в области энергетики [16].

На уровне ЕС кибербезопасность выходит на первый план, потому что коммуникации и информация являются ключевым фактором экономического и социального развития. Поэтому кибербезопасность – это общая проблема всех стран ЕС. Эффективный механизм сотрудничества и обмена информацией между главными заинтересованными сторонами (например, национальные и правительственные CSIRT) позволяет им решать проблемы рисков и уязвимости систем, что обеспечивает высокий уровень кибербезопасности в Европе. Как показано на примере кибератаки на электростанции на Украине [17], обмен информацией имеет решающее значение для отражения кибератаки, а также для ее эффективного обнаружения и предотвращения. Аналогичным образом, для решения проблемы энергетической безопасности в быстро меняющихся условиях, в которых субъекты (например, агрегаторы данных, операторы систем распределения) сталкиваются с новыми тенденциями (например, использование данных в «умных сетях», «умных счетчиках»), требуются гибкие подходы и возможности для адаптации и изменения.

Роль кибербезопасности в энергетическом секторе возрастает, и это, в свою очередь, зависит от инициатив по доверительному обмену информацией. Далее представлены инициативы по обмену информацией ISAC, CSIRT в области кибербезопасности в энергетическом секторе.

ЦЕНТРЫ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И ЕЕ АНАЛИЗА (ISAC)

Центры обмена информацией и ее анализа (Information Sharing and Analysis Centres, ISAC) являются организациями, созданными владельцами и операторами энергетической инфраструктуры, в некоторых случаях при поддержке правительства, в целях содействия обмену информацией о передовой практике в отношении физических угроз и угроз в киберпространстве, а также для устранения последствий этих угроз. Как правило, некоммерческие организации и центры обмена информацией (ISAC) могут охватывать весь сектор, обеспечивая быструю передачу информации в широких масштабах и поддерживая осведомленность о ситуации (например, Национальный совет ISAC). В практическом плане ISAC, собирая, анализируя и распространяя среди своих партнеров информацию, которая может быть использована для принятия упреждающих мер, а также путем предоставления своим партнерам инструментов для уменьшения рисков и повышения общей защищенности (Национальный совет ISAC), помогают владельцам и операторам инфраструктуры защищать свои объекты, персонал и клиентов от кибератак и физических угроз.

На национальном уровне в Европе действуют следующие организации:

1. Национальный центр кибербезопасности (National Cyber Security Centre, NCSC) в области энергетики [18], который является голландским государственно-частным партнерством, позволяющим участникам обмениваться информацией и опытом по вопросам кибербезопасности в энергетическом секторе.
2. Национальный центр кибербезопасности (National Cyber Security Centre, NCSC) в области ядерной энергии [19] – также является голландским государственно-частным партнерством, которое позволяет участникам обмениваться информацией и опытом по вопросам кибербезопасности в ядерном подсекторе.

Оба эти ISAC позволяют участникам укреплять доверие друг к другу и неофициально обмениваться знаниями и опытом по вопросам кибербезопасности.

3. Партнерство по обмену информацией в области кибербезопасности (Cyber Security Information Sharing Partnership, CiSP) [20], совместная инициатива с британским правительством, которая позволяет его участникам, представляющим различные сектора экономики и организации, обмениваться информацией об угрозах в киберпространстве в режиме реального времени, обеспечивая при этом конфиденциальность совместно используемой информации.

Организации, действующие на европейском уровне:

Европейский центр анализа и обмена информацией в области энергетики (European Energy Information Sharing & Analysis Centre, EE-ISAC) [21] является основным результатом проекта «Распределенные знания в области энергетической безопасности» (DENSEK) [22]. EE-ISAC был создан в 2015 г. как ответ на потребность в европейском сотрудничестве в области защиты энергетического сектора от кибератаки. EE-ISAC – это сеть доверия, в которой частные и государственные организации взаимодействуют через платформу для обмена информацией или через ситуационную сеть осведомления.

Организации, действующие на международном уровне за пределами Европы:

Центр обмена и анализа информации об электроэнергии (Electricity Information Sharing and Analysis Center, E-ISAC) предоставляет услуги по обеспечению безопасности. В него входят владельцы и операторы электроэнергетических сервисов в США, Канаде и некоторых районах Мексики. Программа действует как надежный источник для обмена информацией для подсектора электроэнергетики о киберугрозах, уязвимостях и инцидентах.

ИНИЦИАТИВЫ ЕС ПО ОБМЕНУ ИНФОРМАЦИЕЙ В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Крупные участники энергетического сектора разработали программы по обмену информацией, чтобы дать возможность всем участникам рынка, как государственным, так и частным, иметь доступ к актуальной информации по вопросам кибербезопасности. Некоторые инициативы охватывают все энергетические подсектора, а другие специфичны для определенного подсектора. Далее представлен обзор некоторых ключевых инициатив, принятых в ЕС.

1. Европейская комиссия создала Платформу по кибербезопасности в энергетике (The Energy Expert Cyber Security

Platform, EECSP), состоящую из группы экспертов и форума. Группа экспертов является неофициальной и временной группой экспертов Комиссии по кибербезопасности. Форум представляет собой ежегодную конференцию, которая проводится при открытом участии. Задача группы экспертов заключается в выработке руководящих указаний для Европейской комиссии в отношении политики и направлений регулирования на европейском уровне путем рассмотрения ключевых вопросов энергетического сектора, включая вопросы инфраструктуры, безопасности поставок электроэнергии, технологий «умных» сетей, а также ядерной энергетики.

2. Тематическая сеть по защите критической энергетической инфраструктуры (Thematic Network on Critical Energy Infrastructure Protection, TNCEIP) [22] является инициативой генерального директора по энергетике Европейской комиссии и состоит из европейских владельцев и операторов энергетической инфраструктуры в электроэнергетическом, газовом и нефтяном секторах. Она позволяет операторам энергетического сектора обмениваться информацией, как и в других случаях, по вопросам оценки угроз, управления рисками и кибербезопасности.

3. Центр обмена информацией об инцидентах и угрозах ЕС (The Incident and Threat Information Sharing EU Centre for the Energy Sector, ITIS-EUC) [23] стремится повысить ситуационную осведомленность о критически важных слабозащищенных местах в энергетической инфраструктуре путем предоставления информации об инцидентах и возникающих угрозах, а также содействия обмену информацией между заинтересованными сторонами в энергетическом секторе.

4. Голландский национальный центр по вопросам кибербезопасности (The National Cyber Security Centre, NCSC) [24] выступил с инициативой по обмену информацией в целях оказания поддержки энергетическому сектору в выявлении соответствующих киберугроз, уязвимостей и передовой практики в области кибербезопасности.

5. В 2013 г. Франция приняла Закон о военном программировании, который, в частности, предоставляет Национальному агентству кибербезопасности Франции (The French National Agency for the Security of Information Systems, ANSSI) [25] возможность устанавливать минимальные требования к кибербезопасности на техническом и организационном уровнях для операторов критически важных инфраструктур. В целях определения эффективных, совместимых с конкретным контекстом каждого сектора и экономически целесообразных правил ANSSI создало и руководит рабочими группами в каждом подсекторе.

6. Европейская сеть кибербезопасности (The European Network for Cyber Security, ENCS) [26] – некоммерческая организация, основанная в 2012 г., которая объединяет заинтересованные стороны из важных инфраструктур и экспертов для повышения уровня безопасности. ENCS предоставляет решения по кибербезопасности и консультации операторам сетей и регулирующим органам. Услуги ENCS, основанные на исследованиях, включают в себя проекты сотрудничества членов, тестирование безопасности, обучение, обмен информацией и знаниями. Услуги по обмену информацией и опытом включают проведение собраний, круглых столов по вопросам безопасности, мероприятий для членов и партнеров, вебинаров и постоянную актуализацию портала, содержащего примеры передовой практики, который создан экспертами ENCS, а также их партнерами.

7. Европейский центр по обмену информацией SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) и системам управления информационным обменом (European SCADA and Control Systems Information Exchange, EUROSCSIE) [27] был создан в 2005 г. Британским центром по защите национальных инфраструктур (Centre for the Protection of National Infrastructure, CPNI). Этот центр был создан для борьбы с растущим числом киберугроз и потенциальным воздействием кибератак на промышленные системы управления. В этой инициативе участвуют представители правительств стран ЕС, научно-исследовательские институты, операторы и промышленные организации, которые зависят от безопасности систем промышленного контроля или несут за нее ответственность.

8. Организация американских государств (The Organization of American States, OAS) [28] начала программу в области кибербезопасности в начале 2000-х гг. с целью укрепления потенциала кибербезопасности в странах-членах OAS путем проведения углубленного анализа для понимания масштабов киберугроз, а также оценки существующих национальных возможностей для борьбы с такими угрозами. Руководство программой осуществляет Секретариат Межамериканского комитета по борьбе с терроризмом (Secretariat of the Inter-American Committee Against Terrorism, CICTE). В 2004 г. OAS приняла Всеобъемлющую стратегию кибербезопасности, а затем приняла Декларацию об укреплении кибербезопасности в Северной и Южной Америке и декларацию о защите важнейших объектов инфраструктуры от возникающих угроз. В рамках программы OAS решаются следующие задачи: разработка национальной стратегии кибербезопасности, подготовка квалифицированных кадров в области кибербезопасности, развитие CSIRT и сети в Западном полушарии, учения по урегулированию инцидентов, повышение уровня осведомленности, оказание технической помощи в области кибербезопасности и доступ к экспертному сообществу.

ИНИЦИАТИВЫ ПО ОБМЕНУ ИНФОРМАЦИЕЙ В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ПОДСЕКТОРА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Исполнительный комитет по чрезвычайным ситуациям в энергетике (Energy Emergencies Executive Committee for Cyber, E3CC) представляет собой круглый стол по обмену информацией, в котором принимают участие эксперты по информационной безопасности из всех британских операторов по производству, передаче и распределению электроэнергии. Участие правительства осуществляется через Министерство энергетики и изменения климата Великобритании (Department of Energy and Climate Change), Центр по защите национальной инфраструктуры Великобритании (Centre for the Protection of National Infrastructure) и Управление топливных и электроэнергетических рынков (Office of Gas and Electricity Markets). Через индивидуальное членство в CiSP (Cyber Security Information Sharing Partnership – Партнерство по обмену информацией в области кибербезопасности) и другие средства коммуникации группа обменивается информацией об инцидентах, связанных с кибербезопасностью, которая является полезной для всех заинтересованных сторон в электроэнергетическом подсекторе.

Европейским агентством по сотрудничеству регуляторов энергетики (The European Agency for the Cooperation of Energy Regulators, ACER) [29] был создан портал информационной системы ARIS [30]. Портал является единой точкой входа в подборку информации и заявок, которые ACER предо-

ставило участникам электроэнергетического рынка и другим заинтересованным сторонам с целью реализации Регламента ЕС № 1227/2011 [31] и Регулирующего регламента Комиссии № 1348/2014 [32] о целостности и прозрачности оптового энергетического рынка и реализации инициативы ACER REMIT (инициатива о «Целостности и прозрачности оптового энергетического рынка»). Участники обмениваются информацией и передовым опытом по вопросам информации и кибербезопасности, включая инциденты, связанные с кибербезопасностью. Кроме того, в рамках этой же деятельности национальные регулирующие органы координируют свои действия с ACER в целях надлежащего противодействия возникающим угрозам в киберпространстве, которые могут оказать влияние на весь энергетический сектор.

ВЫВОДЫ

В ходе трансформации экономики в цифровую эпоху неизбежно возрастают риски того, что кибератаки смогут нанести серьезный ущерб как отдельной инфраструктуре, так и обществу в целом. С развитием цифровых технологий необходимо уделять особое внимание кибербезопасности в цифровой экосистеме в финансовом секторе, образовании, государственных структурах, здравоохранении, транспорте, энергетике и других областях. Киберугрозы в настоящее время носят уже не просто локальный характер, а направлены на национальные и международные уровни, в результате чего возникает необходимость в коллективном и координированном подходе к решению данной проблемы.

Основной целью такого взаимодействия является усиление безопасности в киберпространстве, укрепление технологического суверенитета не только отдельного предприятия или индустрии, но и всей страны посредством эффективного и проактивного межотраслевого сотрудничества, а также всесторонней поддержки со стороны государства для гарантии стабильного экономического развития и защиты от киберугроз.

Анализ международного опыта показывает, что инструментами для достижения вышеуказанной цели являются центры по обеспечению кибербезопасности и обмену информацией, действующие в масштабах отдельной отрасли или всей страны – CERT, ISAC, CSIRT и др. На данный момент по всему миру функционирует более 500 подобных организаций, созданных владельцами и операторами различных инфраструктур, в некоторых случаях при поддержке и активном содействии государства.

Другим ключевым инструментом для обеспечения высокого уровня кибербезопасности на национальном уровне является процесс постоянного обучения и информирования об актуальных киберугрозах не только специалистов и экспертов в соответствующей области, но и рядовых граждан. Например, принятые в Европе инициативы по созданию единой европейской сети компетенций позволят повысить общий уровень осведомленности населения, эффективность взаимодействия межотраслевого сообщества и уровень развития кадров в области кибербезопасности путем привлечения средств массовой информации, продвижения и популяризации онлайн-платформ по обучению, открытых мероприятий по обмену опытом (хакатонов, воркшопов, форумов и др.) и увеличения доступности образования для всех слоев населения.

Список использованных источников

1. A step-by-step approach on how to set up a CSIRT // European Union Agency for Cybercecurity. URL: https://www.enisa.europa.eu/publications/csirt-setting-up-guide/at_download/fullReport (дата обращения: 30.01.2021).
2. Arnault Barichella. Cybersecurity in the Energy sector: A Comparative Analysis between Europe and the United States // IFRI Reports: Etudes de l'Ifri. – 2018.
3. CSIRTs by Country – Interactive Map // European Union Agency for Cybercecurity. URL: https://www.enisa.europa.eu/topics/csirts-in-europe/csirt-inventory/certs-by-country-interactive-map (дата обращения: 30.01.2021).
4. Cyber Security in the Energy Sector (2017) // European Commission URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/eecsp_report_final.pdf (дата обращения: 29.01.2021).
5. FIRST is the global Forum of Incident Response and Security Teams // FIRST. URL: https://www.first.org/ (дата обращения: 08.02.2021).
6. The Office of Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response (CESER) // U.S. Department of Energy. URL: https://www.energy.gov/ceser/about-us (дата обращения: 06.02.2021).
7. National cyber strategy of the U.S.A. // Analysis & Policy Observatory (APO) URL: https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2018-09/apo-nid193626.pdf (дата обращения: 06.02.2021).
8. The Office of Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response (CESER) // U.S. Department of Energy. URL: https://www.energy.gov/ceser/emergency-response/exercises-and-training (дата обращения: 06.02.2021). Cybersecurity Testing for Resilient Industrial Control Systems // U.S. Department of Energy.
9. URL: https://www.energy.gov/ceser/cybersecurity-testing-resilient-industrial-control-systems (дата обращения: 30.01.2021).
10. Cyber security competence for research and innovation // Concordia. URL: https://www.concordia-h2020.eu/ (дата обращения: 30.01.2021).
11. European network of cybersecurity centres and competence hub for innovation and operations // ECHO. URL: https://echonetwork.eu/ (дата обращения: 28.01.2021).
12. Cybersecurity project // SPARTA. URL: https://www.sparta.eu/ (дата обращения: 28.01.2021).
13. CyberSec4Europe // Cyber security for Europe. URL: https://cybersec4europe.eu/ (дата обращения: 29.01.2021).
14. Horizon 2020 official documents // European Commission URL: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/official-documents (дата обращения: 28.01.2021).
15. Anna Sarri, Pinelopi Kyranoudi. Good practices in innovation on cyber security under the national cyber security strategies // The European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). – 2019.
16. International Energy Agency (IEA). URL: https://www.iea.org/ (дата обращения: 30.01.2021).
17. Cyber-Attack Against Ukrainian Critical Infrastructure // Cybersecurity & infrastructure security agency. URL: https://us-cert.cisa.gov/ics/alerts/IR-ALERT-H-16-056-01 (дата обращения: 08.02.2021).
18. 18. Nationaal Cyber Security Centrum. URL: https://www.ncsc.nl/english/Cooperation/isacs.html (дата обращения: 26.01.2021).
19. Nationaal Cyber Security Centrum. URL: https://www.ncsc.nl/english/Cooperation/isacs.html (дата обращения: 26.01.2021).
20. National cybersecurity centre. URL: https://www.ncsc.gov.uk/section/keep-up-to-date/cisp (дата обращения: 08.02.2021).
21. European Energy Information Sharing & Analysis Centre. URL: https://www.ee-isac.eu/ (дата обращения: 08.02.2021).
22. Gattinesi P. European Reference Network for Critical Infrastructure Protection // ERNCIP Handbook. – 2018.
23. Incident and Threat Information Sharing EU Centre for the Energy Sector – ITIS-EUC // European commission. URL: https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/incident-and-threat-information-sharing-eu-centre-energy-sector-itis-euc (дата обращения: 26.01.2021).
24. National cybersecurity centre. URL: https://english.ncsc.nl/ (дата обращения: 06.02.2021).
25. The French National Agency for the Security of Information Systems (ANSSI). URL: https://www.ssi.gouv.fr/en/ (дата обращения: 04.02.2021).
26. European Network for Cyber Security (ENCS). URL: https://encs.eu/ (дата обращения: 08.02.2021).

27. European Union agency for cybersecutirty. URL: https://www.enisa.europa.eu/topics/critical-information-infrastructures-and-services/scada (дата обращения: 20.01.2021).
28. The Organization of American States (OAS). URL: http://www.oas.org/en/topics/cyber_security.asp (дата обращения: 28.01.2021).
29. Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER). URL: https://www.acer.europa.eu/ (дата обращения: 30.01.2020).
30. ARIS – ACER REMIT Information System // European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators. URL: https://www.acer-remit.eu/portal/home (дата обращения: 08.02.2021).
31. Regulation (EU) No 1227/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on wholesale energy market integrity and transparency // EUR-Lex. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1227 (дата обращения: 30.01.2021).
32. Commission Implementing Regulation (EU) No 1348/2014 of the European Parliament and of the Council on wholesale energy market integrity and transparency // EUR-Lex. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2014.363.01.0121.01.ENG (дата обращения: 30.01.2021).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

2

МИРОВОЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В США, ЯПОНИИ И ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ

2.1 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В США

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ США

Энергетический сектор США находится в периоде трансформации. С одной стороны, на него влияют политика сокращения выбросов парниковых газов и необходимость устранять другие возрастающие риски для окружающей среды. В то же время в США наблюдается беспрецедентный рост добычи нефти и газа, который структурно изменяет энергетический ландшафт. Политика и инвестиции направлены на активное внедрение и использование возобновляемых источников энергии, накопителей энергии. Устойчивый прогресс в области энергоэффективности снизил потребление энергии, а передовые технологии и процессы цифровизации меняют способ ее производства и потребления. Все эти перекрестные тенденции приводят к фундаментальным изменениям в энергетическом секторе и в экономике США в целом [1].

Достижения в области горизонтального бурения и технологий гидроразрыва пласта снизили производственные затраты за последнее десятилетие и позволили разрабатывать ранее нерентабельные или технически недоступные ресурсы нефти и газа. Только в 2018 г. добыча природного газа в США выросла более чем на 50%, а добыча сырой нефти – более чем на 100% по сравнению с показателями десятилетней давности [1]. Фактически цены на природный газ колеблются на уровнях примерно в пять раз ниже, чем они были в 2005 г., когда внутренние цены достигли своего пика. Очевидно, что это влияет на структуру топлива, используемого для генерации электроэнергии (см. рис. 28).

Ранее считавшиеся подходящими только для нишевых приложений, возобновляемые источники энергии, особенно ветряной и солнечной, стали конкурентоспособными. Если оставить в стороне гидроэлектростанции, то фактически на ветряную и солнечную энергию приходилась самая большая доля новых генерирующих мощностей в США за пять из последних девяти лет (см. рис. 29), а выработка из всех возобновляемых источников в апреле 2019 г. впервые превысила выработку угля.

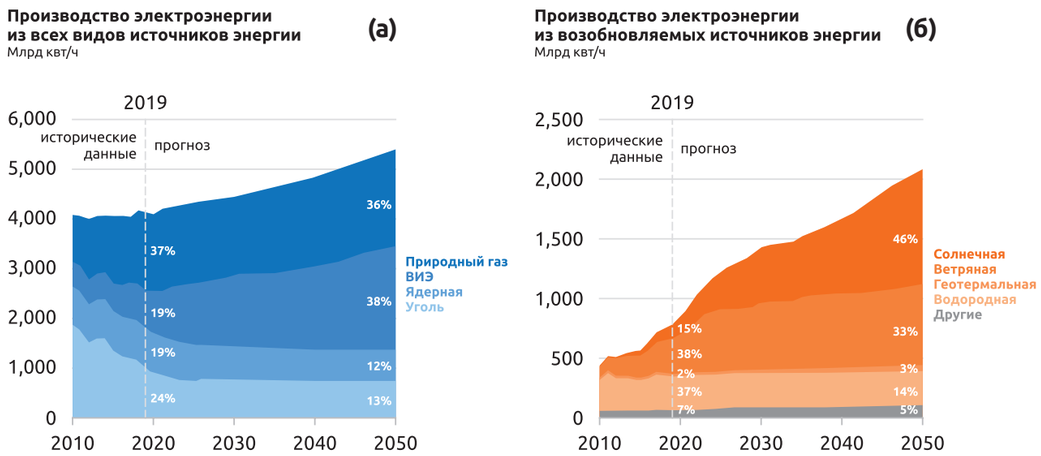


Рис. 28. Статистика по выработке электроэнергии в США и прогнозные значения (в зависимости от источников): а – все виды источников энергии, б – возобновляемые источники энергии [2]

Эти тенденции обусловлены федеральными налоговыми льготами и другими политическими мерами, поощряющими возобновляемую энергетику. Технический прогресс привел к тому, что затраты на ветровые и солнечные энергетические установки резко снизились за последнее десятилетие: стоимость солнечной фотоэлектрической системы упала на 80% в период с 2009 по 2018 г., в то время как стоимость ветровой станции снизилась более чем на 70% [1]. С другой стороны, ветровая и солнечная генерация не всегда соответствуют пиковому спросу на электроэнергию, лучшие места для ветровой и солнечной генерации могут быть далеко от центров нагрузки. Распределенные жилые и коммерческие солнечные установки создают свои собственные проблемы с точки зрения управления сетью. Долгосрочная динамика внедрения возобновляемых источников энергии зависит от того, как будут решаться эти проблемы.

Еще одной тенденцией является характерное для США распространение электромобилей. По прогнозам, доля продаж электромобилей (в том числе гибридных) будет составлять от 19 до 30% от общего объема авторынка США к 2030–2040 гг. Более половины продаж коммерческих автомобилей к 2040 г. придется на машины с электрическим двигателем. Муниципальные автобусные парки уже сейчас активно комплектуются электробусами, причем ожидаемая доля аккумуляторного электротранспорта в США составит от 30 до 60% от общего количества к 2030 г.

Развитие электротранспорта обусловлено внедрением новых технологий накопления и хранения энергии. На рис. 30 показано изменение объема рынка накопителей электроэнергии в США с 2012 по 2020 г. За десятилетие цена литий-ионных аккумуляторов упала более чем на 85%. За период с 2017 по 2018 г. в четыре раза выросла суммарная емкость аккумуляторов, используемых на транспорте или в частных системах накопления энергии («за счетчиком»). При этом в энергетических компаниях развитие накопителей энергии не такое бурное, так как затраты остаются относительно высокими, а экономическая модель не является достаточно прозрачной. Например, могут отсутствовать механизмы продажи накопленной энергии.

Энергетическая система США трансформируется от исключительно централизованной генерации к объединению централизованной и распределенной генераций. В целом распределенная энергетика США, включая солнечные батареи, распределенные хранилища, малые ТЭЦ и другие объ-

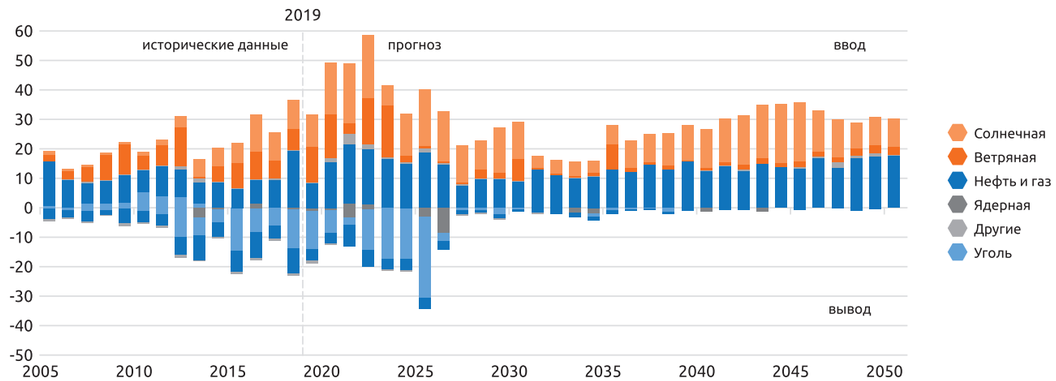


Рис. 29. Ввод и вывод мощностей в США [2]

екты, обеспечивает примерно 46 ГВт мощности для энергосистемы США. Ожидается, что к 2023 г. эта цифра увеличится более чем вдвое, до 104 ГВт, и составит порядка 10% от общей мощности в энергосистеме.

По данным Управления энергетической информации, основную ставку в США делают на солнечную энергетику [2]. Ожидается, что распределенные солнечные мощности в Соединенных Штатах будут расти на 8% в год в жилом секторе и на 5% в год в коммерческом секторе до 2050 г. Развитие распределенной энергетики потребует новых технологий для управления сетями. Например, прогнозируется распространение микросетей – локализованных сетей, которые могут отключаться от основной электросети и автономно обеспечивать потребителей электроэнергией.

Устойчивый прогресс в технологиях повышения энергоэффективности, их широкое внедрение на транспорте, в промышленном и коммерческом секторах привели к тому, что спрос на электроэнергию в Соединенных Штатах с середины 2000-х гг. снизился. В промышленности потребление энергии в 2018 г. было на 6% ниже, чем в 1998 г., несмотря на более высокие объемы производства [2]. Благодаря повышению энергоэффективности потребление электроэнергии в Соединенных Штатах было практически неизменным в период с 2008 по 2018 г. (см. рис. 31). Это отличает Соединенные Штаты от остального мира, особенно от развивающихся стран.

Рост распределенной и возобновляемой энергетики создает нагрузку на стареющую сеть, которая была в основном построена в 1950–1960-х гг. и предназначена для односторонних перетоков электроэнергии от крупных централизованных генерирующих станций. Если в национальную инфраструктуру передачи и распределения будут сделаны значительные дополнительные инвестиции, то и доля возобновляемых источников энергии в портфеле генерации страны будет увеличиваться в ближайшие годы. Например, исследование 2014 г. показало, что PJM – региональной передающей организации, охватывающей 13 штатов, – потребуется примерно от 1000 до 3000 миль дополнительных или модернизированных линий электропередачи для размещения новых объектов генерации с 30-процентным использованием возобновляемых источников энергии. В ответ на эти вызовы реализуются инициативы по обновлению нормативных требований, сетевые организации рассматривают пути модернизации передающей сети. Внедряются интеллектуальные системы мониторинга и управления, позволяющие отследить состояние сети в режиме реального времени, повышающие надежность и скорость реагирования на сбои и отключения, поддерживающие дальнейшую интеграцию систем распределенной энергетики.

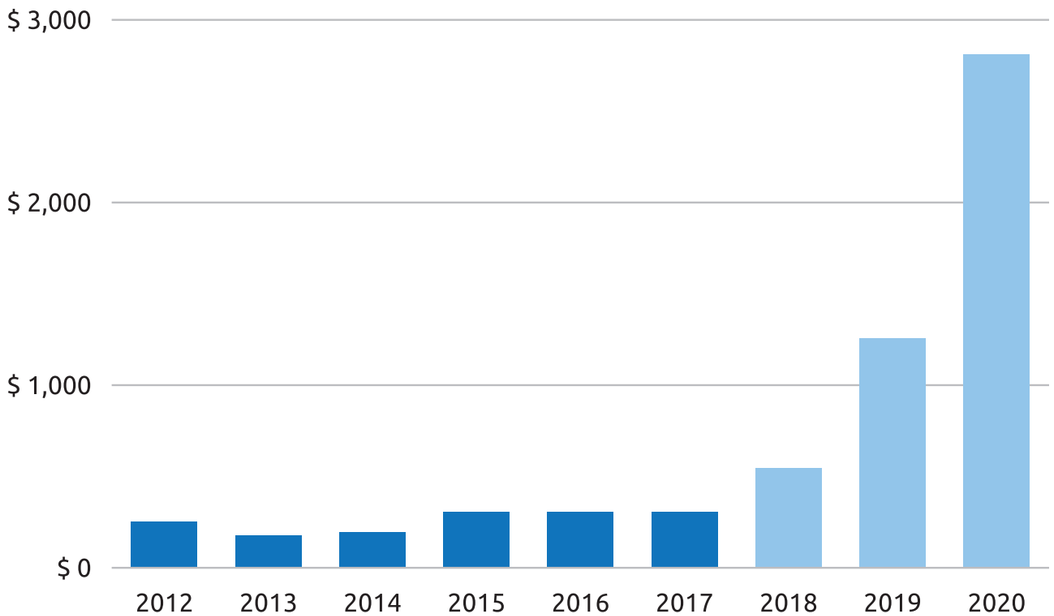


Рис. 30. Объем рынка накопителей (млн долл. США) [3]

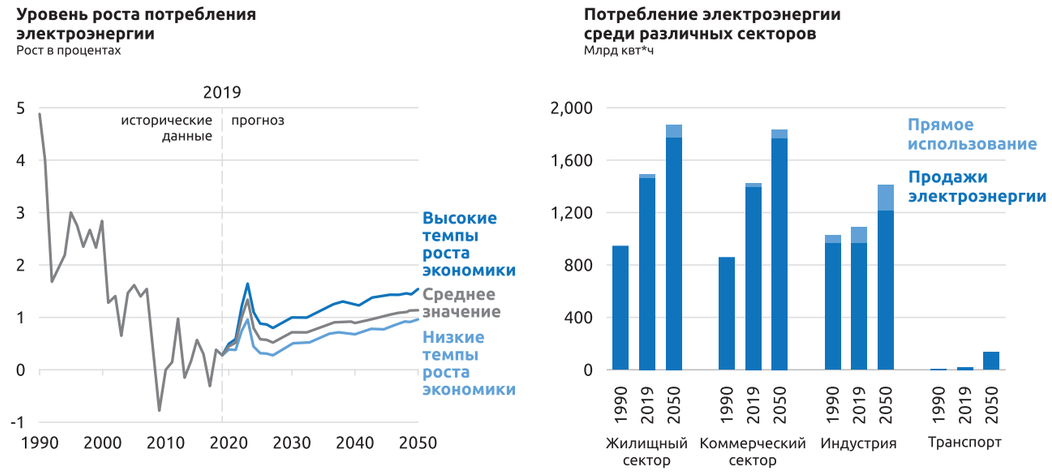


Рисунок 31. Потребление электроэнергии в США [2]

Многие электроэнергетические компании в США сталкиваются с серьезным давлением из-за изменения технологий. Одновременно изменяется портфель генерации, предпочтения регулирующих органов, потребителей и инвесторов. Потребители стремятся к большему выбору, большему контролю и более чистым источникам электроэнергии. Растущее развертывание распределенной генерации вынуждает сбытовые компании бороться с новыми структурами тарифов и стоимостной оценкой передачи, чтобы избежать так называемой «спирали смерти сбытовых компаний». Она заключается в том, что сокращение зависимости потребителей от централизованной энергосистемы приводит к уменьшению количества киловатт-часов, по которым сбытовые компании могут распределять свои фиксированные затраты, что приводит к более высоким ставкам, что, в свою очередь, стимулирует дальнейшее снижение зависимости от энергосистемы.

Изменчивость выработки электроэнергии за счет ветра и солнца может затруднить обеспечение баланса предложения и спроса по мере расширения использования возобновляемых источников энергии. А поскольку электроэнергия, произведенная из возобновляемых источников, не подлежит диспетчеризации (то есть недоступна по запросу), операторы сетей сталкиваются с проблемой управления нагрузкой. Кроме того, энергосистемы с высокой долей возобновляемых ресурсов генерации также должны иметь большую общую установленную мощность, чем более диверсифицированные системы. В связи с ростом энергосистем с возобновляемыми источниками в США ставка делается на развитие технологий быстро наращиваемых ресурсов, технологий интеллектуальных сетей, экономичных вариантов хранения энергии.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ США В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В обзоре Двухпартийного аналитического центра [3] сформулированы основные подходы и направления политики, которые следует применить в США в области цифровой трансформации электроэнергетики.

Центральный принцип заключается в том, что вложения в цифровую трансформацию должны приносить пользу клиентам и обществу. Достижение таких целей, как надежность и доступность электроснабжения, справедливость платы, экологическая устойчивость, осложняется внутренними противоречиями между ними. В этом отношении цифровые инновации обладают огромным потенциалом для разрешения противоречий и создания новых синергических связей. Проблема состоит в том, что инновации в цифровой сфере происходят быстрее, чем принимаются решения регулирующими органами и формируются новые правила игры на рынке электроэнергетики. Таким образом, существуют два разнонаправленных процесса: компании стремятся ускорить внедрение цифровых решений для достижения стратегических целей по надежности электроснабжения, повышению выручки, реализации новых услуг, а регулирующие органы при этом тормозят внедрение инноваций, стремясь обеспечить защиту интересов потребителей. Следовательно, основные меры должны быть направлены на обеспечение баланса.

Осуществление энергополитики в США возлагается на Федеральную комиссию по регулированию энергетики, Североамериканскую корпорацию по надежности электроснабжения и комиссии по коммунальным услугам.

Основные предложения по политике в области цифровой трансформации электроэнергетики, согласно обзору Центра двухпартийной политики (Bipartisan Policy Center) [3]:

а) Ускорение и повышение эффективности принятия решений в части регулирования тарифов и ставок, в том числе за счет изменения законодательства и внедрения новых информационных систем.

б) Коммунальные предприятия должны получать компенсации не только за капитальные затраты (например, на инфраструктуру), но и за общие расходы. Например, за мероприятия по повышению энергоэффективности и сокращению пиковых нагрузок, за внедрение механизмов обмена данными и другие инновации.

в) Улучшение структуры тарифов на электроэнергию. За счет внедрения цифровых технологий клиентам могли бы предлагаться гибкие тарифы, одна часть которых образовывалась бы комплексом необходимых потребителю услуг, а другая часть – ценой электроэнергии. В будущем целесообразно разработать механизмы динамического ценообразования на электроэнергию.

г) Создание новых регуляторных и бизнес-моделей, в том числе для распределенных систем электроэнергетики. Модели должны учитывать равный доступ потребителей как к электроэнергии, так и к данным. Необходима разработка модели, которая позволяет ресурсам хранения электроэнергии (накопителям) участвовать в оптовом рынке.

д) Модернизация правил в части учета и налогообложения. Например, федеральными правилами установлен 20-летний срок амортизации оборудования в сетевом хозяйстве. В рамках изменений для инновационного оборудования мог бы быть установлен сокращенный 10-летний срок амортизации. Такое использование ускоренной амортизации обеспечивает финансовые и нормативные преимущества с точки зрения оборачиваемости и развертывания активов, тем самым поощряя инновации, повышая отказоустойчивость и производительность.

е) Создание и расширение интеллектуальных (цифровых) сетей должно вписываться в комплексный план развития национальной инфраструктуры.

ж) Поощрение самоорганизации, создания отраслевых объединений для прогресса в цифровизации электроэнергетики. Такие объединения, например, могут опережающими темпами разрабатывать стандарты и протоколы.

з) Создание условий для использования в деятельности коммунальных предприятий и электроэнергетических компаний широкополосных сетей, обеспечение доступа к радиочастотному спектру для технологической и промышленной беспроводной связи. Расширение доступа к среднему диапазону частот может ускорить развитие «умных городов» в условиях стабильной тенденции к урбанизации.

Политика в области НИОКР, создания и внедрения инноваций [3]:

а) Увеличить финансирование инициатив по модернизации энергосистем на федеральном уровне через Министерство энергетики. В частности, расширить существующие программы по разработке систем мониторинга и контроля качества напряжения, схем управления потоками мощности. Необходимо усилить финансирование разработки в области цифровых сетей и подстанций: связь, датчики, средства коммутации, накопители энергии, системы управления распределением и пр.

б) На федеральном уровне путем разработки инструкций и стандартов обеспечить координацию деятельности в области обеспечения надежности и безопасности энергетической инфраструктуры, в том числе безопасности критической информационной инфраструктуры энергетики. В настоящее время эти функции дублируются и пересекаются у Министерства энергетики, FERC, Министерства торговли, Министерства внутренней безопасности, а также у ведомств штатов.

в) Поощрение НИОКР, выполняемых по заказу коммунальных предприятий или третьих лиц, путем предоставления налоговых льгот и других мер поддержки.

Надо отметить, что для США характерно множество профильных политик и программ на федеральном и региональном уровнях в отдельных секторах электроэнергетики и информационных технологий.

ГОСУДАРСТВО И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В США существует множество государственных и региональных организаций, выполняющих функции регулирования энергетического рынка, стимулирования инноваций, разработки стандартов и т. д. Эти организации (каждая на своем уровне) вовлечены в процессы цифровой трансформации отрасли и играют определенную роль. В настоящем отчете кратко рассмотрены функции следующих организаций:

Федеральная комиссия по регулированию энергетики (FERC) – это независимое агентство, в обязанности которого входит обеспечение надежности электроснабжения, разработка и внедрение стандартов, мониторинг и исследование энергетических рынков, а также надзор за независимыми системными операторами и региональными передающими организациями. Хотя полномочия FERC ограничены оптовыми рынками электроэнергии, в последние годы повышается ее роль в операциях между оптовым и розничным рынками, а также

в определении границ государственной и федеральной политики [3].

Комиссии по коммунальным услугам (PUC) в каждом штате формируют тарифы для частных потребителей, контролируют надежность электроснабжения и пр. При решении задач цифровой трансформации PUC должны учитывать в тарифе необходимость инвестиций в цифровые решения, обеспечение защиты данных потребителей.

Управление электроэнергетики (Office of Electricity) Министерства энергетики США (Department of Energy) решает задачи обеспечения безопасности и надежности национальной системы электроснабжения, занимается отбором и финансированием новых технологий для улучшения инфраструктуры, реализует государственную политику и программы в области электроэнергетики [4]. Работа Управления электроэнергетики сосредоточена на трех основных направлениях: 1) исследования и разработки в области современных и инновационных электрических сетей, 2) обеспечение надежности и безопасности электроснабжения, 3) разработка комплексных систем для моделирования параметров сети, операций, обеспечения безопасности, измерения параметров и синхронизации. Также НИОКР (R&D) в области электроэнергетики проводятся Агентством перспективных исследовательских проектов в энергетике (ARPA-E), Управлением по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии (EERE), а также Управлением по фундаментальным исследованиям в энергетике (SCBES). Круг исследований включает разработку перспективных типов накопителей энергии, создание и усовершенствование компактных солнечных и геотермальных преобразователей для оборудования зданий и сооружений и др. Не менее важным подразделением Министерства энергетики является Управление по обеспечению кибербезопасности, информация о функциях которого представлена в разделе 1.4 Альманаха.

Основные направления работы Управления электроэнергетики Минэнерго США:

Современные и инновационные электрические сети

В рамках данного направления осуществляется управление разработками (планирование, финансирование, мониторинг) в технологиях передачи и распределения электроэнергии, создании устройств, программного обеспечения, инструментов и методов «следующего поколения», которые призваны модернизировать электрическую сеть. Проекты реализуются в широком партнерстве с производителями оборудования, федеральными и региональными агентствами, университетами и исследовательскими центрами [4]. Приоритетные задачи в данном направлении:

а) Исследования и разработки в области Smart Grid. Создание открытой системы в качестве платформы для интеграции различных приложений, систем и устройств, а также соответствующих технических стандартов и протоколов для информационных систем. Круг этих исследований включает в себя разработку оборудования для синхронизированных векторных измерений, комплексные измерительные системы для обнаружения сбоев, самовосстанавливающиеся системы на подстанциях, автоматические распределительные устройства.

б) Создание эффективных систем накопления энергии.

в) Разработка полупроводниковых интеллектуальных регуляторов (твердотельных трансформаторов).

г) Исследования в области промышленного интернета вещей. В данном проекте заняты четыре крупных университета, которые создают комплексные системы, в том числе для координации ресурсов в системах распределенной энергетики, ценообразования, диспетчеризации и др.

Разработка комплексных систем для моделирования параметров сети, операций, обеспечения безопасности, измерения параметров и синхронизации.

В рамках данного направления разрабатываются технологии для микросетей (microgrid), коммуникационная инфраструктура, системы защиты, программное обеспечение для сбора данных, моделирования топологии и анализа состояния сети. Кроме того, финансируются разработки новых материалов и технологий для создания перспективных типов накопителей энергии.

Надежность и безопасность электроснабжения

Основные задачи: определение механизмов обеспечения надежности и безопасности электроснабжения, в том числе поддержка критически важной электрической инфраструктуры, разработка систем управления рисками, снижение угрозы и нейтрализация уязвимостей. Данная работа ведется в тесном сотрудничестве с Консультативным комитетом по электроэнергетике (EAC). Комитет состоит из экспертов электроэнергетической отрасли, которые дают рекомендации Министерству энергетики по вопросам устойчивости, безопасности и надежности энергетических систем, по инициации тех или иных НИОКР, по координации деятельности между федеральным министерством, региональными организациями и частным сектором.

Представляют интерес отдельные программы Министерства энергетики в сфере цифровых решений и инноваций.

Transformer Resilience and Advanced Components (TRAC). Целью программы является активизация разработок в области силовых трансформаторов большой мощности и средств управления потоками мощности, применяемых в современных цифровых электрических сетях. Силовые трансформаторы большой мощности являются критическими элементами систем электроснабжения, отказы которых приводят к негативным последствиям для большого количества потребителей. С 2018 г. Министерство энергетики США финансирует исследования по созданию нового поколения трансформаторов с интегрированными цифровыми решениями, позволяющими дистанционно осуществлять управление и мониторинг. В том числе данный проект предполагает разработку решений по обеспечению информационной безопасности таких устройств. Также программа TRAC включает мероприятия по разработке новых типов средств управления потоками мощности с интегрированными цифровыми компонентами: преобразователей постоянного тока высокого напряжения и компонентов управляемых систем передачи переменного тока (Flexible alternating current transmission systems, FACTS)[8].

Advanced Grid Modelling Program. Внедрение цифровых решений (системы векторных измерений, интеллектуальные устройства учета) позволило значительно повысить наблюдаемость электрической сети. Все эти устройства генерируют значительный поток данных, который требует обработки для дальнейшего принятия оперативных и стратегических решений по управлению электрической сетью, повышения надежности электроснабжения. Целью программы является создание методов и алгоритмов обработки этих данных для:

1) осуществления превентивных действий по управлению сетью вместо реагирования на текущие изменения параметров;

2) снижения количества отключений и прерываний электроснабжения;

[8] Система электропередачи, включающая устройства силовой электроники, обеспечивающие контроль за одним или более параметрами системы для повышения управляемости и регулирования передаваемой мощности [http://fsk-ees.ru/common/img/uploaded/managed_systems.pdf, https://ieeexplore.ieee.org/document/ 634216/].

3) прогнозирования объема необходимых инвестиций в модернизацию сети.

Для достижения указанных целей работа ведется в следующих направлениях:

1) разработка механизмов управления данными;

2) разработка новых математических методов обработки данных;

3) разработка моделей сети;

4) разработка инструментов для поддержки принятия решений. Решение этих задач осуществляется в государственно-частных партнерствах с крупнейшими предприятиями отрасли и исследовательскими центрами [4].

Программа повышения надежности электропередачи. Структурные изменения в электрической сети: рост числа возобновляемых источников энергии, просьюмеров, систем накопления энергии, систем управления спросом и т.д. – требуют новых механизмов и инструментов обеспечения стабильности и надежности. Программа призвана улучшить мониторинг сети, контроль, взаимодействие на рынке, уменьшить перегрузки, обеспечить рост спроса. Данная программа включает Североамериканскую инициативу по синхронизированным векторным измерениям[9], подпрограммы по разработке приложений для мониторинга и контроля за состоянием сети, а также инструментов управления рынком:

Североамериканская инициатива по синхронизированным векторным измерениям (North American SynchroPhasor Initiative – NASPI). В рамках инициативы создана рабочая группа, целью которой является развертывание технологи синхронизированных векторных измерений (СВИ) для повышения надежности и эффективности энергосистем. Группа занимается разработкой стандартов, продвижением программного обеспечения и лучших практик.

Подпрограмма «Разработка приложений для мониторинга и контроля за состоянием сети» направлена на создание передовых технологий визуализации результатов векторных измерений, а также инструментов поддержки принятия решений. В рамках данных работ производится сбор статистики состояний энергосистемы для дальнейшего анализа и применения в системах раннего предупреждения о возможных нарушениях и аномальных состояниях.

В рамках *подпрограммы по разработке инструментов управления энергетическим рынком* проводится моделирование с целью определить, как новые технологии, политика, экологические ограничения влияют на стабильность и надежность электроснабжения, а также на стоимость электроэнергии. Сложность моделирования заключается в интеграции инженерных и экономических элементов модели.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ

Министерство энергетики США использует различные механизмы и инструменты для финансирования инновационных проектов. В частности, проекты финансируются через Агентство перспективных исследований в энергетике (ARPA-E), Управление кредитных программ (Loan Programs Office), программы для малого бизнеса SBIR и STTR, гранты Управления по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии (EERE Grants) для отдельных городов и штатов.

Агентство перспективных исследований в энергетике (Advanced Research Projects Agency-Energy, ARPA-E) продвигает проекты, обладающие большим потенциалом для энергетики, однако находящиеся на слишком ранних стадиях для инвестирования в них коммерческих организаций. Фокусом проектов ARPA-E становятся уникальные и принципиально новые технологии генерирования, хранения и использования энергии. С момента своего создания в 2009 г. ARPA-E профинансировало более 975 проектов в области энергетики на общую сумму более 2,4 млрд долл. США (на сентябрь 2020 г.) [5]. В последующем проекты ARPA-E привлекли более чем 6,4 млрд долл. США инвестиций. Было организовано 88 компаний для дальнейшего продвижения продуктов, опубликовано более 4 000 статей, получено 643 патента (см. рис. 32).

Наилучшие практики, наработанные в результате выполнения проектов, аккумулируются в так называемых «таблицах эффективности» ARPA E. Ежегодно агентство проводит саммит, где демонстрируются инновационные проекты в энергетике (Energy Innovation Summit). Среди проектов ARPA-E можно выделить, например, следующие:

- разработка нового класса измерительных систем для развития энергосбережения отопительных и охлаждающих приборов в частной и коммерческой недвижимости (SENSOR) – 20 млн долл. США;
- разработка устройств генерации электроэнергии с КПД более 70% для применения в распределенных энергосистемах – 16 млн долл. США;
- создание инновационных технологий, используемых в новых типах ядерных реакторов, – 24 млн долл. США;
- создание систем накопления энергии – 28 млн долл. США;
- разработка автоматических выключателей постоянного тока среднего уровня напряжения – 21 млн долл. США.

Управление кредитных программ Министерства энергетики США (Loan Programs Office, LPO) обеспечивает финансирование создания и развития энергетической инфраструктуры. LPO обеспечивает кредитование проектов или выдает гарантии под кредиты в случаях, когда в проекте используются пе-

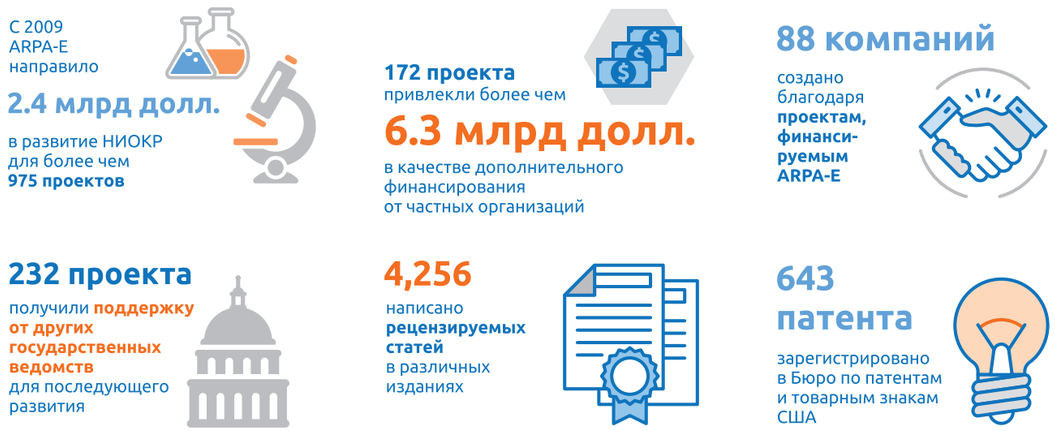


Рис. 32. Основные результаты работы ARPA-E за 2009-2020 гг. [5]

[9] Синхронизированные векторные измерения (СВИ, англ. synchrophasor) — технология векторных измерений параметров режима (частоты, основных гармоник тока и напряжения) с привязкой результатов измерений к сигналу точного времени. Позволяет получить мгновенный срез параметров режима энергосистемы в любой момент времени. Система СВИ включает в себя устройства векторных измерений (PMU), блоки синхронизации с сигналами точного времени (GPS, Глонасс), коммуникационное оборудование и программное обеспечение для обработки и визуализации данных [Балабин и др. Стенд для испытания устройств синхронизированных векторных измерений // Энергия единой сети. 2014. № 6. С. 56–68].

редовые, не опробованные в промышленной эксплуатации технологии или исполнители не имеют достаточного опыта реализации проектов в энергетике. Проекты контролируются и оцениваются на протяжении всего процесса разработки и эксплуатации до полного погашения ссуды. LPO оказывает юридическую и техническую помощь исполнителям. Государственные интересы в деятельности LPO заключаются в модернизации энергетической инфраструктуры, расширении использования возобновляемых источников энергии коммунальными предприятиями, внедрении новых технологий, создании рабочих мест. За десять лет работы LPO обеспечило проекты кредитами на сумму более 35 млрд долл. США. Средний размер займа составляет порядка 500 млн долл. США. За всю историю работы LPO максимальный объем займа составил 5,9 млрд долл. США (разработка и внедрение передовых технологий в области атомной энергетики), минимальный объем – 43 млн долл. США. Большую часть средств LPO направляет на финансирование проектов в области возобновляемой энергетики и электротранспорта [6].

SBIR и STTR (Small Business Innovation Research и Small Business Technology Transfer) – программы исследований и трансферта технологий для малого бизнеса. Министерство энергетики США поддерживает эти программы путем выделения грантов. Проекты должны иметь потенциал коммерциализации и соответствовать пяти основным параметрам: производство энергии, использование энергии, фундаментальные науки в энергетике, охрана окружающей среды и противодействие распространению ядерного оружия. Размер гранта на первом этапе составляет порядка 200–250 тыс. долл. США [7]. Примеры проектов, поддержанных в рамках SBIR и STTR:

- Инспекция места повреждения линии электропередачи с помощью беспилотных летательных аппаратов.
- Автоматическое определение места повреждения линии путем анализа переходных процессов.
- Разработка подходов для управления параметрами электросети на основе новых технологий (облачные технологии, машинное обучение и проч.).

ИННОВАЦИИ И НОВЫЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

В настоящее время главный акцент энергетической политики США делается на энергобезопасности и ценовой доступности электроэнергии. Активно поддерживается развитие возобновляемой энергетики (наиболее существенно это проявляется в штатах Калифорния и Нью-Джерси) [8].

Совокупная рыночная капитализация топ-40 компаний электроэнергетики в мире составляет 1,1 трлн долл. США, из них 55% приходится на предприятия Северной Америки. Темпы годового роста компаний электроэнергетики в США составляют порядка 3%. Увеличивается клиентская база, например, с 2013 г. Southern Company увеличила свою базу на 5 млн клиентов, а Exelon и WEC Energy Group – приблизительно на 2 млн клиентов каждая (см. рис. 33). Сегодня рыночная капитализация ведущих электроэнергетических компаний в США, как правило, намного выше, чем у участников рынка в Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе, что обусловлено более крупной базой активов (после реструктуризации, которую провели некоторые европейские энергокомпании), более устойчивыми рыночными структурами, конструктивной политикой и выплатой дивидендов – все эти факторы привели к повышению курса акций и стабильности в секторе [8].

В исследовании PwC [8] утверждается, что электроэнергетические компании в США подготовились к изменениям на рынке, модернизировав бизнес-модели и системы управления рисками. Выделяются пять основных тенденций: снижение риска перебоев в поставке топлива; перенаправление инвестиций на развитие возобновляемой энергетики; выход на рынок энергетических услуг; расширение инновационных возможностей и компетенций; рационализация бизнеса.

На рынок энергетических услуг выходят новые игроки, которые быстро формируют портфель клиентов и в той или иной мере присваивают долю рынка, принадлежавшую традиционным компаниям. Для противодействия этому процессу электроэнергетические компании должны активно развивать рынок товаров и услуг «за счетчиком» (behind-the-meter) в сегментах B2B и B2C [8]. В частности, к таким товарам и услугам относятся инфраструктура распределенной энергетики, устройства зарядки электромобилей, «умные» дома, коммерческие и промышленные энергетические услуги. В США клиентские базы компаний, как правило, состоят исключительно из потребителей электроэнергии на регулируемом рынке, поэтому эти предприятия считают, что у них больше времени на подготовку предложений по товарам и услугам с высокой добавленной стоимостью. Чаще они предлагают товары и услуги третьих сторон и в ограниченном объеме инвестируют средства в собственные разработки (см. рис. 34).

В отличие от Европы, в компаниях США обычно создаются отдельные структуры, специализирующиеся на инновациях и оказывающие поддержку бизнес-операциям. Например, Southern Company, Ameren и Exelon создали инновационные центры для работы с внешними поставщиками решений. Из рис. 35 следует, что по темпам внедрения инновационных продуктов и услуг электроэнергетические компании США отстают от аналогичных компаний в Европе.

С начала 1990-х гг. энергетическая отрасль шла к консолидации. В США число компаний,

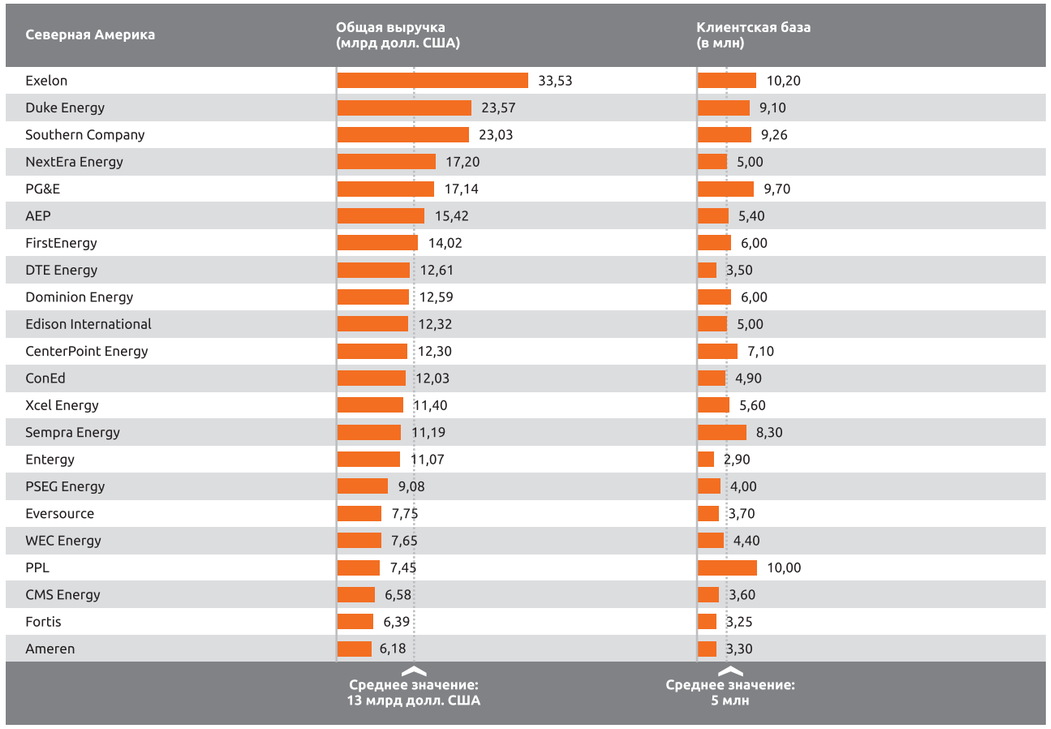


Рис. 33. Выручка и клиентская база энергетических компаний США [8]

занимающихся производством электроэнергии и газоснабжением, с 1995 г. сократилось примерно на 65% [8]. В Европе консолидация привела к образованию огромных национальных гигантов. Компании электроэнергетики реализуют стратегию неорганического роста, когда представляется возможность приобретения актива, требуется балансировка текущего портфеля активов или существует дефицит ресурсов. В настоящее время проходит новый этап неорганического развития энергетического сектора, причем упор делается на рост в новых областях бизнеса, таких как энергетические услуги и возобновляемые источники энергии, а также на передачу третьим лицам определенных активов, например, традиционного снабжения. В США такие компании, как Xcel Energy, Eversource Energy, Entergy, PSEG и NextEra Energy приобрели или построили объекты на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), чтобы достичь стратегических показателей или соблюсти требования регуляторов, диверсифицировать продуктовый портфель или выполнить обязательства в области устойчивого развития своих крупнейших клиентов. На следующем этапе рост будет происходить не за счет консолидации, а за счет расширения компетенций, что позволит вести деятельность в направлениях, которые имеют крайне важное значение для долгосрочного позиционирования, то есть в сегментах, предлагающих новые продукты и услуги [8].

Североамериканские компании Edison International, Southern Company и National Grid USA одними из первых стали приобретать стартапы и поставщиков решений, которые расширяют возможности в сфере энергетических услуг. Многие энергетические компании начали финансировать венчурный фонд Energy Impact Partners (EIP), который специализируется на энергетическом секторе. Фонд находит технологические компании и оказывает им поддержку на ран-

Северная Америка	Распределенные энергетические ресурсы	Электромобили	Умный дом	Коммерческие и промышленные энергоуслуги
Ameren	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
AEP	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
CenterPoint Energy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Средняя активность
CMS Energy	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
ConEdison	Высокая активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Высокая активность
Dominion Energy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
DTE Energy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Высокая активность
Duke Energy	Высокая активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Edison International	Средняя активность	Высокая активность	Умеренная активность	Средняя активность
Enterdy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Eversource Energy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Exelon	Высокая активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
FirstEnergy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Fortis	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
NextEra Energy	Высокая активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Средняя активность
PG&E	Средняя активность	Высокая активность	Умеренная активность	Умеренная активность
PPL	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
PSEG	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Sempra Energy	Средняя активность	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Southern Company	Средняя активность	Средняя активность	Умеренная активность	Высокая активность
WEC Energy	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность
Xcel Energy	Средняя активность	Умеренная активность	Умеренная активность	Умеренная активность

Высокая активность · Средняя активность · Умеренная активность

Рис. 34. Присутствие электроэнергетических компаний США в новых сегментах рынка товаров и услуг [8]

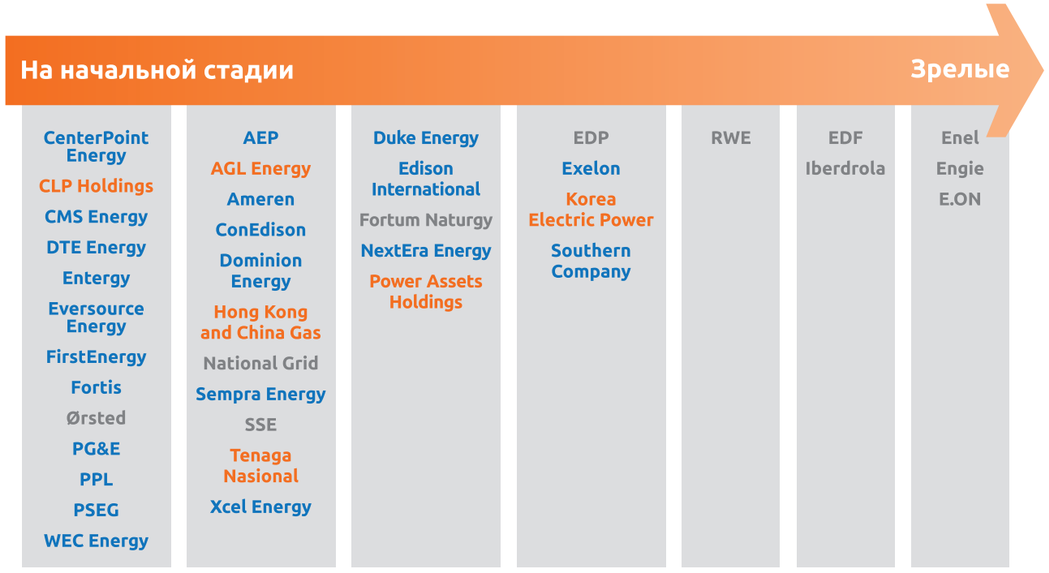


Рис. 35. Уровень внедрения инновационных услуг и продуктов в электроэнергетических компаниях [8]

нем этапе их развития, пока они не смогут самостоятельно вести деятельность на рынке. Ряд предприятий в США также пересматривает подходы к уже существующим этапам цепочки создания стоимости. Например, Duke и PG&E начинают уделять больше внимания доходам от сетей и инфраструктуры, а AEP, Xcel Energy и CenterPoint Energy рассматривают своих клиентов уже не столько как абонентов, оплачивающих счета, сколько как потребителей решений. С точки зрения мотивации компании приходят к выводу, что невозможно достичь успеха в инновациях путем реализации сменяющих друг друга программ. Для создания мощной инновационной платформы необходима постоянная поддержка и демонстрация вовлеченности высшего руководства [8].

Активно развиваются системы для повышения энергоэффективности зданий и сооружений, например Panoptix (Johnson Controls) или Honeywell's Intelligent Buildings. Компания General Electric (GE) разрабатывает Predix – платформу для предиктивной аналитики в промышленных масштабах, объединяющую датчики, системы управления и устройства для сбора и интерпретации данных из производственных систем. Predix используется на электростанциях, в том числе ветряных, на транспорте, в здравоохранении и нефтегазовой отрасли. GE сделала платформу открытой для разработчиков, что позволяет им интегрировать новые продукты и услуги [9].

Министерство энергетики США реализует программу SunShot. Она направлена на финансирование инновационных проектов, которые снижают стоимость солнечных технологий. Поскольку стоимость оборудования продолжает падать, основная часть затрат на развертывание солнечных фотоэлектрических систем приходится на выбор площадки. В рамках программы SunShot разработан ряд картографических приложений с открытым исходным кодом, чтобы помочь в принятии решений о размещении. С момента запуска SunShot в 2011 г. средняя цена за киловатт-час от солнечных электростанций упала примерно с 0,21 до 0,11 долл. США [9].

Изменение бизнес-моделей в электроэнергетике также происходит за счет активного использования накопителей энергии.

Появились такие игроки, как Stem, которые предлагают комплексные решения по повышению энергоэффективности за счет объединения больших данных, программного обеспечения для прогнозирования потребления и систем хранения энергии. Решение Stem позволяет сглаживать пики и оптимизировать потребление. Используя этот подход, Stem выиграла контракт распределенного хранилища мощностью 85 МВт с компанией Southern California Edison, чтобы обеспечить мощность энергосистемы в районе Западного Лос-Анджелеса [9].

Рост распределенной генерации в США приводит к увеличению посреднических издержек в торговле энергией. Цифровизация стимулирует развитие механизмов одноранговой торговли электроэнергией (Peer to Peer – P2P) по примеру AirBnB или Uber. Здесь перспективы имеет технология распределенного реестра (блокчейн), которая может использоваться в широком спектре приложений, включая регистрацию энергетических данных на безопасном носителе в виде открытого реестра, биллинг, смену поставщиков и т. д. В настоящее время существует несколько технических решений для схем P2P торговли энергией. Например, компания TransActive Grid в США успешно внедряет блокчейн в энергетике. Создавая платформу для прямого соединения спроса и предложения, энергетический блокчейн решает проблему отсутствия «доверия» между участниками и снижает торговые издержки, устраняя посредников, которые обычно обеспечивают такое «доверие» [10].

Учитывая большие объемы данных, которые могут генерироваться электроэнергетической системой в режиме реального времени (например, мгновенные поставки и спрос на электроэнергию в каждом узле электрической сети), она является многообещающей областью для применения искусственного интеллекта (ИИ). Например, технология Google DeepMind позволила более чем на 40% сократить потребление электроэнергии в центрах обработки данных Google. Разработанные алгоритмы позволяют более точно прогнозировать потребление энергии, чтобы повысить эффективность систем охлаждения центров обработки данных. С 2013 г. IBM в партнерстве с Министерством энергетики США реализует программу прогнозирования выработки электроэнергии солнечными и ветровыми электростанциями в зависимости от метеоусловий с помощью машинного обучения. Утверждается, что самообучающаяся технология прогнозирования погоды и эффективности возобновляемых источников энергии в два раза превосходит по точности существующие модели [10].

Машинное обучение больше всего подходит для ряда конкретных аналитических процессов, включая кластеризацию, регрессию и классификацию. Коммунальная компания Pacific Gas & Electric из Калифорнии применила машинное обучение для повышения точности прогнозов снижения нагрузки. Компания San Diego Gas & Electric использует машинное обучение для обнаружения аномалий и выявления скрытых системных проблем из обширных наборов данных. Согласно опросу, проведенному в 2016 г. компаниями Zpryme и SAS, почти треть коммунальных предприятий в Северной Америке использовали машинное обучение для управления данными счетчиков.

В табл. 9 приведены некоторые проекты, реализующие инновационные цифровые решения в электроэнергетике США.

Многие энергетические компании в США вступают в Energy Web Foundation (EW) – международную некоммерческую организацию, развивающую низкоуглеродистую, ориентированную на клиента электроэнергетическую систему, раскрывающую потенциал распределенных технологий с открытым исходным кодом. EW фокусируется на создании базовой инфраструктуры и общих технологий, ускорении внедрения коммерческих решений и создании сообщества специалистов-практиков [11]. Energy Web Foundation имеет связи с GL (Австралия), Duke Energy (США), Enedis (Бельгия), Exelon (США), Eneco (Нидерланды), E.ON (GE), Innogy (DE), PG&E (США), PTT (TH), SB Energy Corp (JP), Swisspower (CH) и Wipro (IN). Учредителями EW являются Centrica, Elia, Engie, Sempra Energy, Shell, SP Group, Statoil, STEDIN, TEPCO и TWL. Участие в таких партнерствах позволяет энергетическим компаниям сократить расходы, внедряя наилучшие решения, поддержанные сообществом.

Примером комплексного подхода к внедрению инноваций и структурной перестройке бизнес-модели и процессов является цифровая трансформация в Управлении энергетики штата Нью-Йорк (New York Power Authority, NYPA). Основанное в 1931 г., NYPA является крупнейшей государственной электроэнергетической компанией в США, владеющей и эксплуатирующей около 6000 МВт генерации и примерно 2300 км магистральных линий передачи электроэнергии по всему штату Нью-Йорк (рис. 36). В 2014 г. NYPA начало реализацию стратегической программы Vision 2020 по построению интеллектуальной электрической сети с целью интеграции возобновляемой генерации, повышения эффективности, надежности и безопасности энергосистемы, снижения эксплуатационных расходов [12].

Реализация данной программы ведется в двух направлениях: «умные» генерация и передача (Smart G&T) и управление активами. В рамках первого направления развертываются инновационные технологии, например современные информационно-измерительные системы, высокоскоростные системы связи, мониторинга, цифровые средства управления. Второе направление призвано повысить операционную эффективность[10]. Фактически за счет технических решений в рамках Smart G&T достигаются цели второго направления.

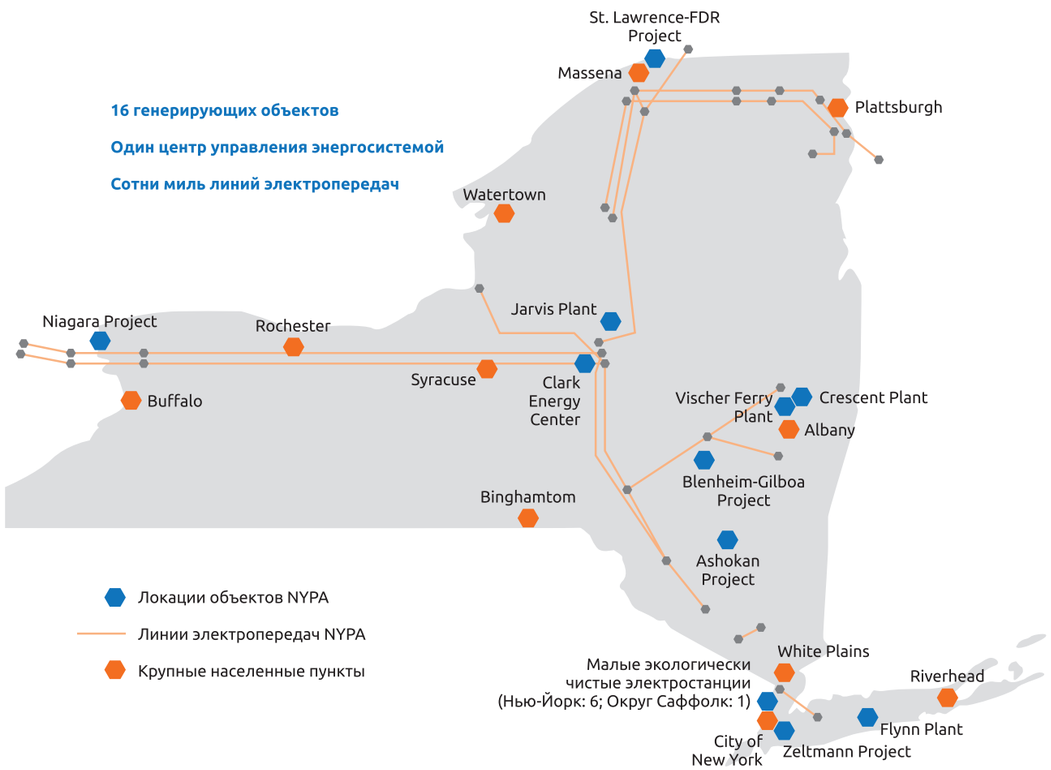


Рис. 36. Основные объекты NYPA [12]

Компания, направление	Суть проекта	Целевая группа	Механизм создания ценности	Механизм создания выручки
Gridcure («Умные сети»)	Программное обеспечение, реализующее предиктивную аналитику состояния оборудования	Сетевые компании	Система Grid Health Monitoring Platform. Модульная платформа, основанная на машинном обучении. Модули используются для диагностики проблем сети, оптимизации графиков обслуживания, повышения надежности.	Возврат упущенного дохода за счет более быстрого устранения неисправностей, повышения надежности. Снижение расходов на обслуживание сети. Продажа ПО и дополнительных модулей.
Kisensum (электромобили, машинное обучение, оптимизация)	Сеть зарядных станций , программное обеспечение для управления парком коммерческих электромобилей	Коммерческие потребители	Платформа для оптимизации зарядки парка коммерческих электромобилей	Доход за счет улучшения логистики, оптимального расписания зарядки.
Orison (накопители энергии)	Частная система накопителей энергии	Частные потребители	Универсальная интегрированная система накопителей энергии. Устройства Orison включают аккумуляторную батарею, преобразователь энергии и интеллектуальную систему управления сетью.	Оптимизация потребления. Продажи частной системы накопления энергии.
LO3 Energy (P2P, блокчейн)	Решения на основе блокчейн, используемые в генерации, распределении и сбыте электроэнергии на местном уровне. В сотрудничестве с Siemens компания реализует Brooklyn Microgrid Project.	Частные потребители	Блокчейн используется для отслеживания транзакций по продаже и покупке электроэнергии в распределенной энергосистеме. Решения содержат универсальный API (программный интерфейс приложения), который обеспечивает совместную работу.	Выручка от производства, хранения и торговли энергией на местном уровне без посредников (P2P). Просьюмеры смогут продавать излишки энергии напрямую соседям.
OmegaGrid (P2P, блокчейн)	P2P-платформа для балансировки сети и рыночных расчетов за электроэнергию на основе блокчейна	Коммерческие потребители	Платформа позволяет лучше прогнозировать доходы, стимулирует использование ВИЭ.	Компенсация за использование ВИЭ. Прогнозирование доходов.
Drift	Платформа для расчетов в сфере энергетики на возобновляемых источниках, использующая блокчейн, машинное обучение и искусственный интеллект	Коммерческие и частные потребители	Платформа позволяет поставщикам и потребителям осуществлять расчеты (преимущественно речь идет о ВИЭ). Платформа прогнозирует потребление и может предоставить потребителю более низкие цены. Потребитель может выбрать собственную комбинацию мощности.	Снижение стоимости электроэнергии на 10–20 % за счет устранения посредников.
EnLedger	Платформа для оптимизации сети и P2P-торговли	Коммерческие и частные потребители	Платформа для автоматизированного отслеживания производства, использования, доступности, доли владения, дивидендов и распределения прибыли от подключенных к сети устройств. В том числе отслеживаются генерация и списание кредитов на возобновляемые ресурсы, осуществляется аудит и регистрация устройств.	Повышение прозрачности и оптимизация ценообразования.

Таблица 9. Новые бизнес-модели на основе цифровых решений в электроэнергетике США [10]

№	Цель	Мероприятия и внедряемые инструменты
1	Повышение надежности и отказоустойчивости	Системы расширенного мониторинга и контроля за состоянием сети, системы предупреждения каскадных отключений.
2	Повышение наблюдаемости сети	Средства анализа данных от распределенных измерительных систем, средства поддержки принятия решений оператором.
3	Оптимизация сетевой инфраструктуры	Замена оборудования с целью повышения управляемости (гибкости) и сокращения перегрузок.
4	Оптимизация генерирующих активов	Автоматические системы управления, системы прогнозирования технического состояния.
5	Интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ)	Создание объектов ВИЭ, отвечающих требованиям экологической политики. Внедрение систем интеллектуального мониторинга, прогнозирования климатических условий, интеллектуальных технологий защиты.
6	Интеграция распределенной генерации	Системы управления для обеспечения баланса в системах распределенной генерации. Системы управления потоками мощности. Средства интеграции распределенных систем в централизованную энергосистему.

Таблица 10. Области модернизации NYPA [12]

Работа по данным направлениям ведется в шести основных областях, указанных в табл. 10.

Примеры проектов NYPA в рамках стратегии Vision 2020:

Коммуникационная магистраль. Данный проект призван заменить устаревшие двухточечные схемы, адаптировать сеть связи к потоку данных, генерируемых растущим числом цифровых устройств, шире использовать возможности центра обработки данных (ЦОД). Коммуникационная магистраль заменит устаревающие технологии, предлагаемые сторонними поставщиками, например телефонные линии или узкополосные каналы связи. В долгосрочной перспективе переход на собственную широкополосную сеть связи является более эффективным решением с экономической точки зрения. В результате реализации проекта появляются возможности для внедрения глобальных систем синхронизированных векторных измерений, современных систем релейной защиты, распределенных информационно-измерительных систем, включающих датчики температуры, влажности, вибрации, ИК-камеры и проч., систем видеонаблюдения, в том числе с дронов в реальном времени. Создаваемая коммуникационная сеть состоит как из оптоволоконных, так и традиционных проводных участков. NYPA финансирует прокладку магистрального оптоволокна, к которому подключаются отдельные сети коммунальных предприятий (собственные или арендуемые). Проводная сеть строится как резервная, а также в тех случаях, когда не предъявляется высоких требований к ширине полосы пропускания или строительство оптоволоконных коммуникаций экономически нецелесообразно. Такая ситуация складывается, например, в регионах, где NYPA управляет генерирующими активами, но не владеет сетевой инфраструктурой.

Непрерывный мониторинг систем защитной автоматики (Continuous protection system monitoring, CPSM). Внедряется система непрерывного контроля параметров переменного тока и напряжения на устройствах релейной защиты и автоматики, про-

[10] Операционная эффективность предприятия — это достижение наилучшего соотношения между задействованными ресурсами и конечными результатами работы. Компания, функционирующая подобным образом, выполняет одинаковые действия быстрее, результативнее и с меньшим количеством ошибок, затрат, нежели конкуренты [Центр развития компетенций в бизнес-информатике НИУ ВШЭ].

тивоаварийной автоматики (РЗА и ПА). Смысл этой системы в том, что сигналы тока и напряжения, измеряемые устройствами РЗА и ПА, непрерывно контролируются и сверяются с независимым источником, что позволяет предупреждать об ошибках или сбоях. CPSM сокращает эксплуатационные расходы, снижает частоту технического обслуживания и повышает его эффективность за счет наличия большого объема анализируемых данных, уменьшает число серьезных отказов и продолжительность отключений электроэнергии. Непрерывный автоматизированный мониторинг также предупреждает операторов подстанций о постепенном снижении производительности систем РЗА и ПА в реальном времени [12].

Цифровая подстанция. NYPA инициировало несколько проектов по внедрению цифровых подстанций в штате Нью-Йорк. Цифровые подстанции строятся на основе стандарта IEC 61850. Различное оборудование подстанции (автоматические выключатели, защитные реле, трансформаторы тока и напряжения) объединяется в сеть с помощью волоконно-оптических кабелей. Таким образом, компоновка подстанции становится проще, решаются некоторые вопросы безопасности. В случае строительства новой подстанции такой подход, как правило, является более рентабельным. В цифровых подстанциях NYPA применяются различные протоколы: GOOSE и SV для передачи данных и управления оборудованием внутри подстанции, а также MMS (manufacturing message specification), построенный на архитектуре клиент/сервер, для осуществления управления на более высоком уровне. Первая реализация в NYPA – это автоматизированная система контроля и управления, установленная на ОРУ 115 кВ гидроэлектростанции Robert Moses St. Lawrence Power Project. В рамках проекта внедрена технологическая шина, работающая по протоколу GOOSE при сохранении части традиционных систем для трансформаторов тока и напряжения. Второй проект предполагал развертывание волоконно-оптической сети для управления и мониторинга трансформаторов тока и внедрение протокола SV на подстанции Fraser Annex в центре штата Нью-Йорк. В настоящее время ведется работа над комплексным проектом модернизации подстанции 115 кВ в северной части штата Нью-Йорк [12].

Глобальное развертывание устройств векторных измерений и интеллектуальных датчиков. Целью данного проекта, стартовавшего в 2016 г., является установка новых устройств векторных измерений (PMU), заменяющих установленные в 1990-х гг. Внедрение новых систем векторных измерений становится актуальным в связи с увеличением доли возобновляемой и распределенной генерации в энергосистеме. Кроме того, активно внедряются новые схемы управления, которые вызывают более быстрые переходные процессы и таким образом оказывают влияние на сеть в целом. Конечной целью модернизации системы векторных измерений является исчерпывающая оценка состояния энергосистемы для предоставления данных оператору в нормальном и аварийном режимах.

В рамках программы Vision 2020 NYPA также развертывает дополнительные датчики для сбора данных с оборудования электростанций, подстанций и линий передачи. Полный набор датчиков устанавливается на оборудование, например турбины, генераторы, трансформаторы, реакторы, автоматические выключатели, аккумуляторные батареи, подземные/подводные кабели и воздушные линии электропередачи. Данные от этих датчиков поступают в ЦОД (iSOC) для дальнейшей обработки.

Центр обработки данных iSOC. В настоящее время в iSOC (открыт в 2017 г. в г. Уайт-Плейнс) стекаются данные от более 45 тыс. узлов, охватывающих сеть штата Нью-Йорк. Производительность оборудования оценивается в режиме реального времени и сравнивается с прогнозируемыми характеристиками, выявляются потенциальные проблемы. В центре развернуты системы предиктивной аналитики, визуализации, поддержки принятия решений. В iSOC NYPA реализованы дополнительные возможности, которые включают мониторинг и управление сетями связи и ИТ-инфраструктурой, а также физической и цифровой безопасностью объектов электроэнергетики. Эта повышенная интеграция решений в iSOC помогает оптимизировать операционные показатели, снизить ежегодные и непредвиденные эксплуатационные расходы, повысить общую производительность и надежность всего парка оборудования, равно как и смягчить последствия потенциальных катастрофических событий.

Лаборатория передовых сетевых инноваций для энергетики. В 2017 г. NYPA открыло Лабораторию передовых сетевых инноваций для энергетики (Advanced Grid Innovation Laboratory for Energy, AGILe). Специфические общие области исследований в AGILe включают передовые способы передачи энергии, кибербезопасность, автоматизацию подстанций, датчики и контроллеры силовой электроники. В состав AGILe входит лаборатория цифрового моделирования энергосистемы в реальном времени. Деятельность AGILe направлена на ускорение и оптимизацию развертывания нового оборудования и технологий, анализ нагрузки при пиковом спросе, интеграцию распределенной генерации в энергосистему. AGILe объединяет компании энергетики, академические учреждения и стартапы, создает среду совместного поиска [12].

Список использованных источников

1. American Energy in the 21st Century. Business Roundtable. 2020. URL: https://s3.amazonaws.com/brt.org/Business-RoundtableAmericanEnergyinthe21st Century2020.pdf (дата обращения: 11.01.2021).
2. Annual Energy Outlook 2020 with projection to 2050. U.S. Enegy Information Administration. URL: https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO2020%20Full%20Report.pdf (дата обращения 07.11.2020).
3. Digitizing the Grid: Next Steps on Policy // Bipartisan Policy Center. 2017. 28 p. URL: https://bipartisanpolicy.org/report/digitizing-the-grid-next-steps-on-policy/ (дата обращения: 07.11.2020).
4. Office of Electricity. Department of Energy. URL: https://www.energy.gov/oe/office-electricity (дата обращения 08.11.2020).
5. Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E). URL: https://arpa-e.energy.gov/ (дата обращения 11.12.2020).
6. A Decade of Perfomance. Annual Portfolio Status Report. Loan Programs Office. 2020. 12 p.
7. DOE SBIR/STTR Programs Office. URL: https://www.energy.gov/science/sbir/small-business-innovation-research-and-small-business-technology-transfer (дата обращения 12.12.2020).
8. Флаэрти Т. и др. Стратегии развития мировой электроэнергетики. Будущее электроэнергетики и игроки отрасли, определяющие ее успешное развитие. PwC, 2019. 60 с.
9. Digital Transformation of Industries. Electric Industry // World Economic Forum White Paper. 2016. 32 p. URL: http://reports.weforum.org/digital-transformation-of-industries/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-electricitywhitepaper-final-january-2016.pdf (дата обращения 09.10.2020).
10. S. Kufeoglu, G. Liu, K. Anaya, M. Pollit. Digitalisation and New Business Models in Energy Sector // Cambridge Working Papers in Economics. 2019. N. 1956. 39 p.
11. Energy Web Foundation. URL: https://www.energyweb.org/ (дата обращения 09.10.2020).
12. Fardanesh B. et al. A Digital Transformation at New York Power Authority: Using Innovative Technologies to Create a More Efficient Power System // IEEE Power and Energy Magazine. 2020. V. 18. N. 2. P. 22-30. DOI: 10.1109/MPE.2019.2959051.

2.2 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ЯПОНИИ

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ЯПОНИИ

Для понимания того, почему Япония является одним из лидеров в областях электроники и робототехники, следует обратиться к истории этой страны. После долгой изоляции и открытия границ в XIX в. японское правительство осознаёт, насколько сильно страна отстала в технологическом плане от остального мира. Это приводит к установке курса на срочную индустриализацию, развитие техники и технологий. В начале XX в. создаются первые компании, которые сегодня являются всемирно известными технологическими гигантами: Toshiba, Sony, Hitachi, Panasonic, Toyota, Mitsubishi, Honda, Nissan и др. Развитие полупроводниковых технологий, низкие налоги, интенсивное развитие науки и образования, облегченные процедуры и поощрение закупок зарубежных технологий и патентов приводят к возникновению феномена «японского экономического чуда» в 1950–1960-х гг. Корпорации переориентируются на производство электроники и компьютерной техники. До сих пор отличительной особенностью крупнейших японских компаний является специализация в высоких технологиях. Не менее важно, что крупные японские компании, как правило, вовлечены в финансовый сектор, что также подразумевает применение новейших цифровых технологий, в том числе в сфере кибербезопасности.

Важным фактором технологического развития Японии можно назвать культуру образования – более 95% населения страны получили начальное и среднее образование. Изучение технических наук поощряется правительством, благодаря чему Япония занимает лидирующие позиции в таких областях, как искусственный интеллект и робототехника.

Географические особенности страны являются еще одним важным фактором цифровой трансформации страны – из-за постоянной угрозы землетрясений и цунами существует потребность в замещении людей роботами не только при спасательных операциях, но и на атомных электростанциях (например, после аварии на АЭС Фукусима-1).

В связи с аварией на АЭС Фукусима-1 в 2011 г. в Японии приняли решение о радикальном сокращении использования атомной энергии. Через 10 лет, после завершения разработки новых стандартов безопасности, некоторые станции начинают вводить в работу. Около 80% источников энергии приходится на углеводородное топливо

Рис. 37. Уровень «самодостаточности» внутреннего энергетического рынка Японии [1]

Рис. 38. Десять вопросов для понимания текущей ситуации в энергетике Японии

(импортируемое в основном из стран Персидского залива). На рис. 37 приведен уровень «самодостаточности» (self-sufficiency ratio) энергетики Японии, который показывает в процентах отношение энергии, получаемой на территории страны из собственных источников, к количеству затрачиваемой энергии [1].

На фоне решения о сокращении использования атомной энергии успешно развивается энергетика на возобновляемых источниках, поскольку правительство нацелено на решение задачи становления собственного независимого энергетического рынка.

Япония прилагает множество усилий для обеспечения развития цифровизации процессов в энергетической отрасли, что позволит добиться увеличения эффективности использования электроэнергии внутри страны и снизить зависимость внутреннего энергетического рынка от мирового. Входящее в состав Министерства экономики, торговли и промышленности Агентство по природным ресурсам и энергетике (Agency for Natural Resources and Energy) каждый год выпускает отчеты о состоянии национальной энергетики [1]. На рис. 38 представлены главные вопросы для энергетического сектора Японии.

В отчете Агентства по природным ресурсам и энергетике за 2019 г. [1] указывается, что в связи с ограниченностью природных ресурсов в Японии постепенно увеличивает-

ся использование возобновляемых и «зеленых» источников энергии, в том числе делается упор на исследования в области эффективного использования водорода в качестве энергоносителя.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В энергетической стратегии на 2018–2030 гг. [2] правительство Японии планирует добиться значительного прогресса в области внедрения новых технологий управления электросетями для стабильного подключения источников возобновляемой энергии, передачи и распределения электроэнергии. Для достижения этих целей будет проводиться активная работа с кадрами, технологиями, индустриальным производством в образовательной, промышленной и административной сферах, включая создание особых условий для развития кадрового потенциала отрасли и стимулирования роста количества – при одновременном росте эффективности – научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Среди прочих инициатив рассматривается идея разработки технологии космической солнечной энергосистемы (Space Solar Power System), которая сможет обеспечивать планету электричеством из космоса через беспроводную технологию передачи [2].

Для успешного воплощения заявленных инициатив Японии необходимо повысить стратегическую гибкость, увеличивая количество долгосрочных национальных целей и повышая конкурентоспособность технологий в частном секторе на локальном и глобальном уровнях.

В ежегодном отчете о состоянии энергетической отрасли Японии [3], который публикуется Агентством по природным ресурсам и энергетике, сообщается о необходимости цифровизации распределения электроэнергии – для этого необходимо выстраивать и развивать новые системы для координации поставок электроэнергии. Таким образом, одним из важнейших направлений в развитии электроэнергетики страны, согласно отчету Агентства, является переход к «двусторонней» модели распределения электроэнергии. Одной из предпосылок к такому переходу служит то, что в ближайшем будущем спрос на электроэнергию будет расти со стороны электрифицированных транспортных средств, аккумуляторных станций и центров обработки и хранения данных. Объединив их, а также собственную генерацию энергии в жилых помещениях, можно будет создать новую систему для координации баланса спроса и предложения на электроэнергию [3]. «Двусторонняя» модель распределения электроэнергии схематично представлена на рис. 39.

Цифровое управление распределенными источниками электроэнергии расширит координационные возможности и стимулирует развитие новых технологий, направленных на увеличение эффективности работы электроэнергетической системы.

Одна из технологий, нацеленных на цифровизацию распределения электроэнергии – это «виртуальная электростанция» (Virtual power plant, VPP). «Виртуальная электростанция» – это облачная распределительная электростанция, повышающая эффективность генерации электроэнергии (примеры успешных VPP существуют в США, ФРГ, Австралии). Такая электростанция помогает перевести процессы управления в цифровой формат и создать устойчивую систему распределения электроэнергии для всех ее получателей. На рис. 40 представлена визуализация работы виртуальной электростанции.

В отчете [3] также поддерживается проект управления спросом (Demand Response), в рамках которого анализируется статистика спроса на энергию, которая позволит повышать цену на энергию в пиковые часы ее использования. Рост цены на электроэнер-

Рис. 39. «Двусторонняя» модель распределения электроэнергии

Рис. 40. Пример взаимодействия участников энергетической сети с виртуальной электростанцией

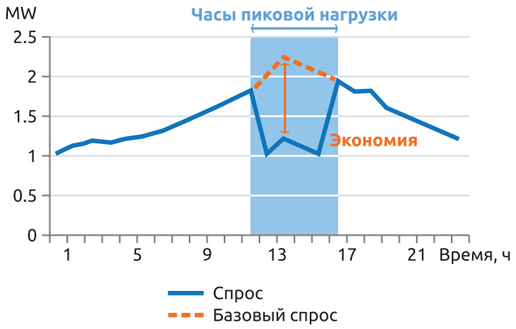


Рис. 41. Модель Demand Response

гию в часы пиковой нагрузки заставляет спрос изменяться для увеличения эффективности распределения электроэнергии, как графически представлено на рис. 41.

На официальной веб-странице правительства Японии расположен раздел, посвященный инновационным технологиям, которые направлены на цифровизацию всей деятельности человека, в том числе в промышленности, и увеличение эффективности производства и технологических процессов. Раздел «Инновации» (Innovations) на сайте ведется в форме журнала. На момент работы над Альманахом представлено 13 выпусков, содержится информация по 30 инновационным проектам [4]. Далее приведена информация о некоторых проектах.

Аутентификация отпечатка пальца без данных об изображении отпечатка. На данный момент, проводя аутентификацию с помощью отпечатка пальца, система сканирует отпечаток, и при утечке данных изображение отпечатка могут украсть и использовать третьи лица. Технология позволяет трансформировать отпечаток пальца в числовые данные, которые невозможно использовать незаконно. Это усилит безопасность денежных транзакций и удостоверения личности.

Умное техобслуживание. Используя технологии «интернета вещей» (internet of things, IoT) и CBM (Condition Based Maintenance – техническое обслуживание «по состоянию»), которое применяется для эффективного планирования технического обслуживания и ремонта на основе фактического состояния оборудования, можно проводить техобслуживание без непосредственного участия рабочего персонала и не приостанавливая работу.

Глубокое обучение. Технология глубокого обучения (Deep learning) позволяет роботам на производстве иметь «коллективный разум» и обучаться, обмениваясь информацией друг с другом, используя при этом технологии распознавания изображений. Данная технология позволяет заметно ускорить процессы автоматизации на производстве, при этом процесс обучения ускоряется при использовании большего числа роботов.

Демократизация «интернета вещей». Благодаря разработанной в Японии облачной платформе позволить себе внедрить технологию «интернета вещей» могут не только крупные корпорации, но и стартапы, и малый бизнес при меньших затратах. В рамках данной инициативы применяется виртуальный облачный сервис вместо дата-центров.

Увеличение эффективности промышленных роботов. С помощью специального контроллера будет исключена необходимость постоянного человеческого контроля и управления над роботами на производстве, так как они будут способны самостоятельно рассчитывать необходимые технологические операции.

ПЛАНЫ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА И ИНДУСТРИИ

Для Японии и других стран мира именно инновации, несомненно, помогут решить проблемы, с которыми мы столкнемся в будущем. Япония сделала серьезную заявку на первенство в инновационном росте даже в условиях сокращения численности ее населения.

Япония стремительно движется в направлении «Общества 5.0», добавляя пятую главу к четырем основным этапам человеческого развития: охота и собирательство, земледелие, промышленность и информационные технологии. В этом новом умном обществе все будет связано с помощью технологий интернета вещей, и все технологии будут интегрированы, что значительно улучшит качество жизни и эффективность работы всех отраслей страны, включая электроэнергетику [4].

Для наступления этой новой эры правительство Японии делает все возможное, чтобы стимулировать различные организации, в том числе среди стартапов, малых и средних предприятий, придумывать совершенно новые идеи, обеспечивать мир инновационными решениями.

Совет по науке, технологиям и инновациям под управлением премьер-министра Японии и министра по вопросам науки, технологий и инноваций осуществляет следующую деятельность в сфере инноваций и цифровизации:

- формирует предложения по государственной политике развития науки и технологий;
- распределяет бюджет и человеческий капитал, включая вопросы образования;
- осуществляет анализ реализации национальной программы НИОКР;
- принимает решения и формирует предложения по другим ключевым вопросам по развитию науки и технологий.

Совет работает в трех основных направлениях, связанных с цифровыми технологиями:

1. Разработка социальных принципов человекоориентированного искусственного интеллекта.
2. Программа развития и разработки Moonshot.
3. Развитие межминистерских стратегических инновационных программ.

Рис. 42. «Общество 5.0»

Далее подробнее рассмотрены каждое из направлений деятельности Совета.

Разработка принципов человекоориентированного искусственного интеллекта. Инициатива действует по одноименному документу, выпущенному в 2019 г., и включает подготовку «общества, готового к искусственному интеллекту», что подразумевает переосмысление существующего общества и создание «Общества 5.0» для решения социальных проблем, экономического развития как на национальном, так и на глобальном уровне, при помощи технологий с применением ИИ [5]. На рис. 42 представлена визуализация «Общества 5.0».

Основная цель японского правительства – переход к «Обществу 5.0». Видение данного проекта заключается в естественном переходе общества, на данный момент находящегося на стадии «информационного», на ступень выше, где на бытовом уровне будут использоваться такие технологии, как интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, а также будут повсеместно внедрены роботы [6].

«Общество 5.0» будет достигнуто при равномерном развитии пяти направлений, которые представлены на рис. 43.

В инициативе по разработке принципов человекоориентированного искусственного интеллекта также рассматриваются социальные принципы использования ИИ:

- человекоориентированность;
- знания/грамотность;
- защита личных данных;

Рис. 43. Направления развития, необходимые для перехода к «Обществу 5.0

- обеспечение безопасности общества;
- честная конкуренция;
- равенство, надежность и прозрачность;
- инновационность.

Программа Moonshot. В 2018 г. на базе семи целей в социальной, экономической и природопользовательской сферах разработана программа Moonshot [7]. Основные цели этой программы затрагивают вопросы цифрового развития:

- Создание к 2050 г. общества, где человек будет свободен от ограничений своего тела, мозга, пространства и времени. Развитие технологий и инфраструктуры для исполнения масштабных проектов, используя большое количество роботов и виртуальных человеческих цифровых аватаров к 2050 г., и возможность использования одним человеком до десяти цифровых аватаров без потери скорости и точности их использования к 2030 г. Развитие технологий, позволяющих человеку повысить свои физические, когнитивные и двигательные способности до высшего уровня, и развить идею о таком образе жизни к 2050 г.

- Создание к 2050 г. роботов с применением ИИ, самостоятельно обучающихся, адаптирующихся к окружению и действующих наравне с людьми. Разработка к 2030 г. ИИ роботов, способных сотрудничать с людьми, и с которыми людям будет комфортно находиться, – к 2050 г. Разработка к 2030 г. автоматизированной системы ИИ, помогающей работать над новыми научными открытиями и решениями, и самостоятельно делающей открытия – к 2050 г. Разработка к 2030 г. ИИ роботов, работающих без человеческого надзора, и работающих в недоступных для человека условиях – к 2050 г.

- Создание отказоустойчивого универсального квантового компьютера для развития в области экономики, промышленности и безопасности к 2050 г. Создание NISQ (Noisy intermediate-scale quantum) компьютеров к 2030 г. и создание квантового компьютера к 2050 г.

Развитие межминистерских стратегических инновационных программ. Проводится работа по 11 направлениям в области цифровизации всех аспектов жизни общества во имя достижения «Общества 5.0». В рамках настоящего отчета рассмотрим семь из них:

1. Большие данные и технологии киберпространства с помощью ИИ – прочная связь между виртуальным и физическим миром с использованием больших данных и технологий с применением ИИ [8].

2. Технология обработки высоких знаний для интеграции физического и киберпространства для достижения Общества 5.0 – разработка передовой киберфизической системы (Cyber-physical system, CPS) для сбора, обработки и использования актуальных социоэкономических данных для решения технических вопросов, связанных с использованием интернета вещей [9].

3. Кибербезопасность для интернета вещей – обеспечение защиты работы устройств интернета вещей и безопасности нового общества в целом [10].

4. Автоматизированное движение для универсальных услуг – создание и использование машин без водителей для уменьшения автомобильного трафика, улучшения мобильности для пожилого населения и других решений [11].

5. Фотоника и квантовые технологии для Общества 5.0 – развитие высокотехнологичной отрасли науки для использования в лазерной обработке, фотонно-квантовые коммуникации, фотоновая и электронная обработка информации [12].

6. Энергосистемы общества интернета вещей – использование возобновляемой

энергии как основного источника энергии; строительство энергосистем, способствующих оптимизации использования энергией; развитие исследований и инноваций [13].

7. Инновационный искусственный интеллект в медицинских учреждениях (больницах) – использование медицинских устройств и устройств интернета вещей для сбора информации о пациенте и ее преобразования в большие данные; использование системы для диагностики, обучения и коммуникаций на веб-сайтах медицинских услуг [14].

Рассмотрим подробно одно из указанных направлений – энергосистемы общества интернета вещей.

В целях развития данного направления реализуется подпрограмма «Общество интернета энергии» (Internet of Energy society, IoE). В ней рассматриваются проекты энергетических систем, где возобновляемая энергия является основным источником энергии, при этом энергетические системы нового поколения будут способствовать оптимизации использования энергии. Далее приведены основные треки, по которым происходит дальнейшее развитие данного проекта:

1. Проектирование энергетической системы для общества IoE. Дизайн систем управления энергией общества IoE, в которых такие энергетические субъекты, как солнечные панели, аккумуляторные батареи, водородные ячейки и электромобили подключены через «Универсальный умный энергетический модуль» (Universal Smart Power Module, USPM), который позволяет энергосистеме оптимально реагировать на колебания нагрузки и входного напряжения, при одновременном упрощении схемы распределения и передачи энергии, в зависимости от ситуации. Создание онлайн-платформы для межотраслевого взаимодействия, в том числе в области энергетики, транспорта, теплопередачи и т.д. посредством передачи и обмена данными, в целях реализации концепции универсального энергоснабжения и увеличения общей энергоэффективности.

2. Технология платформы IoE. Для того чтобы разработать USPM с высокой функциональностью и низкой стоимостью, который позволит с наибольшей эффективностью реагировать на непостоянство выработки электроэнергии (например, от ВИЭ), необходимо развитие следующих технологий:

а) высокоскоростной цифровой контроллер для полупроводников с широкой полосой пропускания (Wide Band Gap, WBG);

б) основной модуль (ядро), который может работать при высоком уровне мощности и высоких температурах;

в) полевой металло-оксидно-полупроводниковый транзистор (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET), потери в котором на том же уровне, что и у карбида кремния (SiC), при этом примерно такой же стоимости, что и кремний (Si), который будет использоваться в качестве коммутационного устройства WBG.

3. НИОКР по применению/практическому внедрению IoE. Проекты с использованием безопасных технологий беспроводной передачи электроэнергии (wireless power transmission (WPT) systems): большой радиус действия, высокая эффективность и высокая мощность. Также ведутся разработки WPT-системы для закрытых помещений, системы Dynamic WPT для зарядки электромобилей в процессе их движения, WPT-системы для беспилотных летательных аппаратов, которые используются для обслуживания и управления инфраструктурой, и т.д.

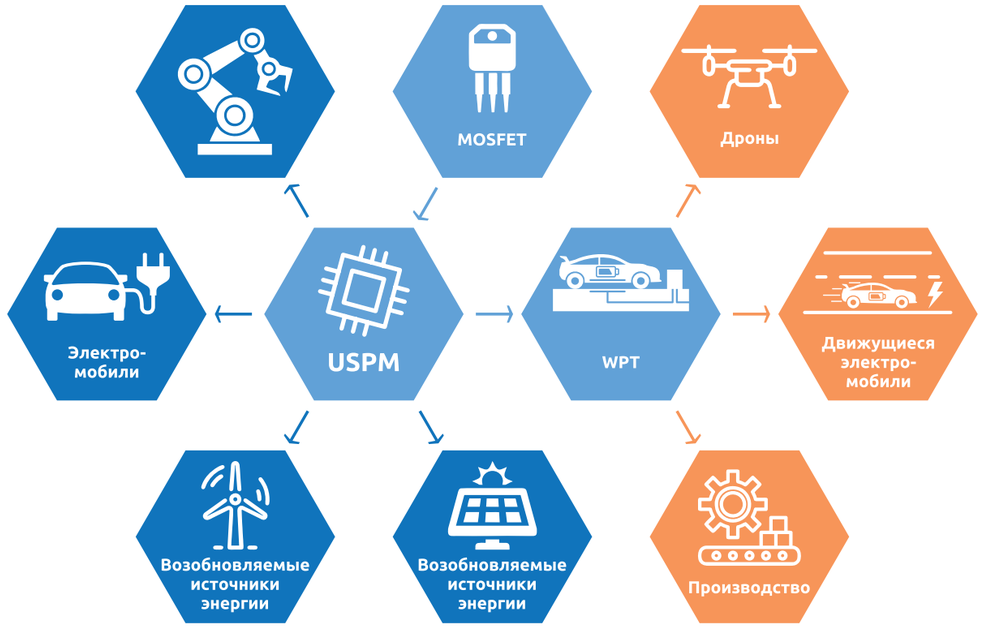


Рис. 44. Пример работы «умной» системы передачи и распределения энергии с применением технологии беспроводной зарядки

На рис. 44 представлена визуализация «умной» системы передачи и распределения энергии [15].

Еще одной организацией, обеспечивающей развитие высоких цифровых технологий, является Японское агентство по науке и технологиям (Japan Science and Technology Agency, JST). Усилия сфокусированы в области искусственного интеллекта, интернета вещей и других технологий. Агентство имеет свои отделы за рубежом: в Париже, Пекине, Вашингтоне и Сингапуре, каждый из которых занимается своими задачами, но все объединены общей целью – расширить влияние Японии, укрепить сотрудничество с другими странами, и, конечно, способствовать развитию инновационной деятельности в стране и за ее пределами.

Основные направления деятельности JST:

- Финансирование проектов с помощью более чем 40 программ, в трех секциях: основные стратегические исследования, сотрудничество исследовательских институтов и промышленных организаций и обмен технологиями, а также международное сотрудничество.
- Проведение общественных мероприятий, включающих в себя форумы и хакатоны, выездные мероприятия, тематические парки и т.д.
- Формирование национальных направлений НИОКР.
- Создание информационных платформ и баз данных – оцифровка государственного документооборота, ранее осуществлявшегося на бумаге, а также электронных сборников статистических данных.
- Выпуск двух научных журналов: один для детей, отвечающий на простые, но базовые вопросы в области инноваций и развития технологий, и второй – ежемесячный, для продвижения сотрудничества институтов и промышленности.

Агентством по науке и технологиям в 2019 г. был опубликован план «Хамагучи» (Hamaguchi) [16], где указываются пять направлений работы:

1. Объединение исследователей со всего мира в единую сеть, где они могут взаимодействовать при работе с инновациями и быстро реагировать на любые изменения в мире, с целью развития соответствующих направлений сотрудничества.

2. Включение стейкхолдеров в разработку стратегий для совместного обсуждения приоритетных направлений.

3. Культивирование многообразия талантов среди исследовательского сообщества – поддержка молодого поколения и женщин как лидеров, финансовая поддержка, развитие области управления проектами и отделом кадров.

4. Восстановление местных организаций – расширение возможностей научных и образовательных организаций как источников инноваций и развития талантов, а также укрепление их взаимодействия.

5. Продвижение внутреннего взаимодействия и повышение эффективности через прозрачность и упрощенные процедуры обмена информацией с помощью нормативных актов, стандартов, инструкций, риск-менеджмента и стратегического планирования, а также через создание инклюзивных сообществ с квалифицированными кадрами, продуманной организационной структурой.

4-й средне- и долгосрочный план (2017–2021 гг.)

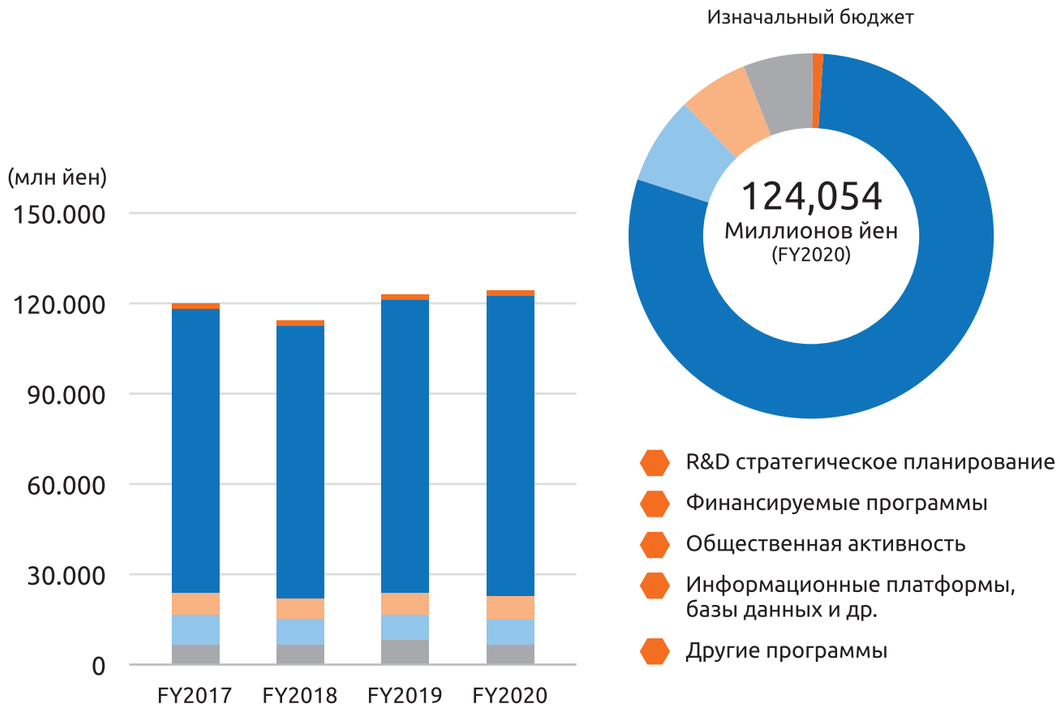


Рис. 45. Распределение бюджета Японского агентства по науке и технологиям (2017–2020 гг.)

В соответствии с отчетом о работе JST за 2019 г. по всем направлениям работы были достигнуты следующие результаты: расширено сотрудничество с 12 странами/организациями, написано более 6000 статей, проведены различные общественные мероприятия, разработаны три новые цифровые платформы, и за все существование агентства было потрачено на финансирование проектов 12,9 млрд иен (примерно 122,3 млн долл. США) [17]. На рис. 45 можно увидеть, на что и в каком объеме был распределен бюджет.

Список использованных источников

1. Japan's Energy 2019. 10 questions for understanding the current energy situation // Agency for Natural Resources and Energy. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2019.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

2. Strategic Energy Plan 2018 // Agency for Natural Resources and Energy. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/5th/pdf/strategic_energy_plan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

3. Energy White Paper 2020 (Summary) // Agency for Natural Resources and Energy. URL: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/2020_outline.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

4. Technology // The Government of Japan. URL: https://www.japan.go.jp/technology/ (дата обращения: 16.03.2021).

5. Social Principles of Human-Centric AI // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/humancentricai.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

6. Realizing Society 5.0 // Government of Japan. URL: https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/society_5.0.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

7. Moonshot Goals for the Moonshot Research and Development Program // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/moonshot/outline_en.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

8. Big-data and AI-enabled Cyberspace Technologies // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/01_cyber_summary.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

9. Intelligent Knowledge Processing Technology to Integrate Physical and Cyber spaces Leading to Society 5.0 // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/02_physical_summary.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

10. Cross-Ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) Research and Development Plan for Cyber Physical Security for IoT Society // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/03_security_rdplan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

11. Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) Automated Driving for Universal Services R&D Plan // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/04_autodrive_rdplan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

12. Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) Photonics and Quantum Technology for Society 5.0 Research and Development Plan. // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/06_quantum_rdplan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

13. Energy systems of an IoE society (program outline). // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/08_ioe_summary.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

14. Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) Innovative Artificial Intelligence (AI) Hospital System // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/10_aihospital_rdplan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

15. Energy systems of an IoE society (program outline) // Cabinet Office, Government of Japan. URL: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/08_ioe_summary.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

16. The HAMAGUCHI Plan // Japan Science and technology Agency. URL: https://www.jst.go.jp/EN/about/pdf/En_Hamaguchi-plan_w_New_slogan.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

17. JST Brochure // Japan Science and technology Agency. URL: https://www.jst.go.jp/EN/ about/pdf/outline_e.pdf (дата обращения: 16.03.2021).

2.3 ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ОАЭ

Обнаружение на территории Объединенных Арабских Эмиратов огромных залежей нефти привело к бурному экономическому росту этого государства во второй половине XX в. Политика ОАЭ такова, что средства, полученные от поставок нефти и газа, направляются на развитие других отраслей экономики, не зависящих от невозобновляемых природных ресурсов.

Электроэнергетика ОАЭ находится в процессе изменений, заключающихся в диверсификации источников энергии. В соответствии с планом развития ОАЭ до 2050 г. осуществляется преимущественный переход на источники, не оставляющие углеродного следа, – атомную энергетику, солнечные и ветряные электростанции. В ОАЭ принимаются активные меры по привлечению частных инвестиций в сектор «зеленой» энергетики. С 2015 г. запущен процесс либерализации рынка электроэнергии с целью поддержки национальной экономики, снижения уровня потребления и защиты окружающей среды. Наглядным результатом такой политики может служить то, что цена на электроэнергию, получаемую от солнечных электростанций, в ОАЭ является одной из самых низких в мире [1, 2].

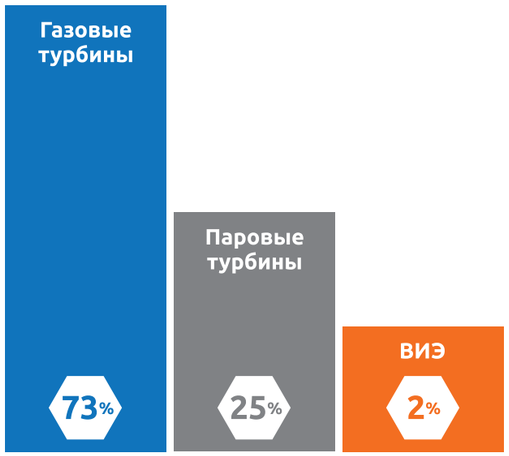


Рис. 46. Соотношение между источниками энергии в Дубае

В ОАЭ показатель потребления электроэнергии на душу населения – один из самых высоких в мире. При этом, как было сказано выше, основным источником энергии является природный газ. А на возобновляемые источники, например, в Дубае приходится всего 2% получаемой электроэнергии (рис. 46) [2].

Спрос на электроэнергию в стране продолжает увеличиваться в соответствии с ростом населения и экономики, однако не настолько интенсивно, как ранее. Информация о сравнении роста потребления электроэнергии, ВВП и населения ОАЭ представлена на рис. 47 [2].

Важной особенностью производства электроэнергии в ОАЭ является то, что вся генерация происходит внутри страны, без импорта энергоресурсов, так что Эмираты обеспечивают электричеством свое население и не зависят в этом вопросе от других стран.

Электростанции в ОАЭ могут быть частными либо работать на условиях государственно-частного партнерства. Доля иностранных компаний варьируется в зависимости от законодательства отдельных эмиратов.

При этом сети по передаче электроэнергии принадлежат и управляются правительством. Так, в Абу-Даби действуют две компании по передаче электроэнергии потребителям; в Дубае только местное управление электро- и водоснабжением (The Dubai

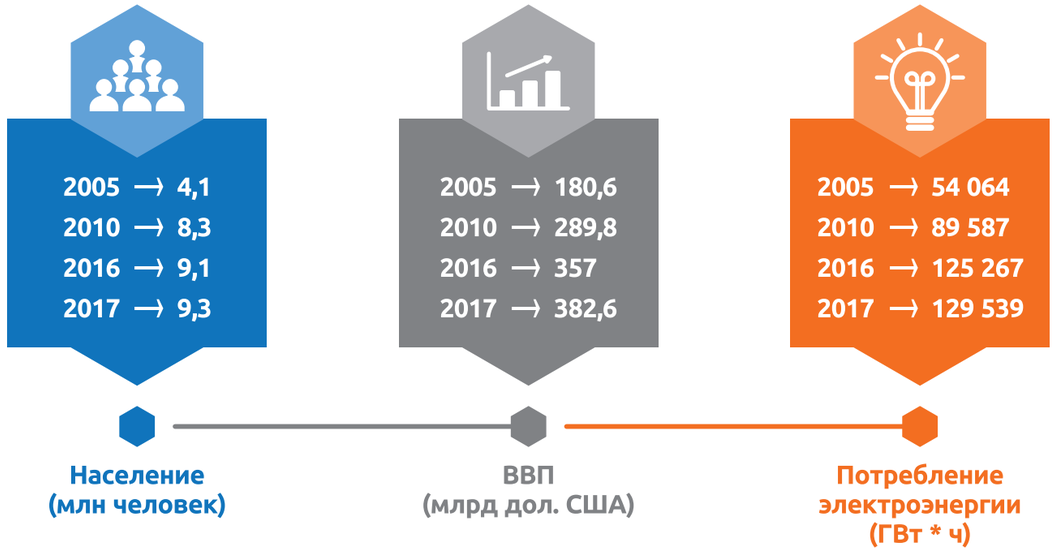


Рис. 47. Сравнение изменения потребления электроэнергии в ОАЭ с изменением ВВП и населения

Electricity and Water Authority, DEWA) владеет правом на генерацию, передачу и распределение электричества; в северных эмиратах потребителей обеспечивают электричеством местные управления. Управления на данный момент объединены национальной энергосетью ОАЭ, дающей возможность эмиратам «делиться» энергией друг с другом [2].

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Объединенные Арабские Эмираты вплотную занимаются развитием инновационной деятельности и ускорением цифровизации внутренних процессов с целью диверсификации экономики.

Разработанная правительством «Модель зрелости цифрового правительства ОАЭ» объединяет все проекты и инициативы, которые будут рассмотрены ниже. Инновациями и технологиями занимаются отделы Министерства энергии и промышленности, Министерства экономики, Министерства развития инфраструктуры и другие организации, а также советы при кабинете министров.

В программе «Механизмы государственных инноваций» [3] выделяется семь стадий (шагов) инновационной деятельности (рис. 48):

1. Возможности и испытания. Поиск и определение возможностей изучения инновационных проектов и их внедрения.
2. Генерация идей. Создание множества новых идей для определения потенциально полезных для развития инфраструктуры страны и промышленности.
3. Разработка и тестирование. Проверка идей на практике и их доработка.
4. Обоснование целесообразности. Сбор данных, доказывающих эффективность инновационных проектов.
5. Обеспечение и реализация. Планирование и организация внедрения инновационных проектов.
6. Рост и измерение. Распространение инноваций во всех инфраструктурах.
7. Изменение системы. Влияние на всю систему, где действует инновация.

Рис. 48. Семь стадий инновационной деятельности

В Национальной стратегии по инновациям [4] и в Стратегии по науке, технологиям и инновациям 2021 [5] заявляется, что инновации улучшат качество жизни населения, способствуют диверсификации экономики, повысят экономику знаний, расширят зону конкуренции, создадут высококвалифицированные рабочие места, способствуют развитию предпринимательства. В качестве одного из приоритетных для инновационного развития правительство выделяет энергетический сектор (рис. 49).

Правительство ОАЭ направляет усилия на создание условий для развития инноваций за счет следующих инструментов:

– Инновационная нормативная база – побудительное законодательство, эффективные процедуры регистрации патентов, развитие норм об интеллектуальной собственности.

– Технологичная инфраструктура – оптимальное использование ИТ-технологий для обмена и получения информации.

– Вспомогательные услуги – развитие первоклассной образовательной системы, направленность на научно-исследовательскую деятельность, продвижение инновационных и предпринимательских инкубаторов.

– Инвестиции и стимулы – новые способы финансирования, современные акты и нормы в области финансов.

На рис. 50 указаны задачи «чемпионов инноваций» – непосредственных участников и главных акторов в области цифровизации ОАЭ – инноваторов, инновационных компаний и институтов, а также инновационного государства.

На данный момент приоритетность исследований находится в области технологий

Рис. 49. Структура инновационной деятельности в ОАЭ

с применением искусственного интеллекта, что существенно изменит энергетику ОАЭ. Вследствие этого была назначена новая должность – министр по искусственному интеллекту, который возглавляет Совет по искусственному интеллекту. Совет контролирует внедрение ИИ в различные стратегические отрасли экономики ОАЭ и анализирует, где и каким образом технология ИИ принесет больше пользы.

С появлением ИИ и его внедрением в обычную жизнь наступит переломный момент – Четвертая индустриальная революция. В Стратегии Четвертой индустриальной революции ОАЭ [6], разработанной в 2017 г., предлагается определять наступление этого момента при слиянии физических, цифровых и биотехнологий, которые вместе смогут ускорить улучшение жизни людей и увеличить эффективность процессов во всех отраслях.

Для осуществления Четвертой индустриальной революции в соответствии с программными документами ОАЭ необходимо опираться на шесть «столпов»:

1. **Человек будущего:**
   - дополненное (улучшенное) образование;
   - персонализированная медицина;
   - внедрение роботов в процессы здравоохранения;

Рис. 50. Чемпионы инноваций

- «подключенное» лечение (с использованием цифровых технологий, которые будут внедряться в человека).

2. Безопасность будущего:
- продовольственная и водная безопасность;
- экономическая безопасность;
- космические данные;
- физическая безопасность;
- обороноспособность.

3. Возможности будущего:
- «умные» правительственные сервисы;
- «умный» опыт клиентов (анализ опыта для персонализации сервисов);
- «умные» города;
- логистика нового поколения.

4. Производительность будущего:
- открытое аддитивное производство;
- здания на 3d-принтере;
- «умные» электросети;
- «умные» цепочки поставок.

5. Границы будущего:
- коммерциализация космического пространства;
- улучшение когнитивных способностей человека.

6. Основа будущего:
- таланты будущего;
- условия для кибербезопасности данных;
- нормативно-правовая основа для четвертой индустриальной революции;
- этика и ценности Четвертой индустриальной революции;
- глобальный центр Четвертой индустриальной революции.

В ОАЭ действует программа «Будущее вперед» (Future Forward) отдела Dolphin Energy Министерства энергетики ОАЭ, в которой выделяются пять ключевых областей развития, необходимых для эффективной цифровой трансформации организаций, в том числе электроэнергетических [2]:

1. Управление цифровой трансформацией с помощью координирующего комитета, состоящего из ключевых руководителей каждого направления бизнеса организации.

2. Стратегия с принципами базовой цифровой трансформации, соответствующая бизнес-плану компании.

3. Планирование через разработку дорожной карты, включающей в себя стратегические инициативы по цифровизации, соответствующие задачам компании на ближайшие три года.

4. Создание отдела управления проектами, совмещающего в себе бизнес и технологии, и действующего по всем международным стандартам и обеспечивающего командную работу технических и бизнес-директоров.

5. Развитие осведомленности сотрудников в области инноваций для стимуляции цифрового видения.

В докладе о состоянии энергетической отрасли за 2019 г. [2] в разделе 5 «Энергетические инновации, меняющие завтрашний день» приведены результаты работы ОАЭ по внедрению ИИ:

1. Создание лаборатории искусственного интеллекта. ИИ используется для оптимизации возобновляемых источников энергии, отмечая на территории страны места, где можно поставить солнечные электростанции, анализируя при этом загрязнение воздуха и воды.

2. Запуск автоматизированной программы по возобновляемой энергии с использованием ИИ. Эта программа предлагает реновацию областей возобновляемой энергии, хранения энергии, цифровых услуг. Так, в рамках программы будет запущен «Раммас» – виртуальный сотрудник с применением технологии ИИ, помогающий клиентам через веб-сервис в любое время суток.

3. Использование автономной логистики. Введение данной технологии сократит стоимость перевозок на 44%, выбросы углекислого газа на 12% и аварийность на 12%, при доле автоматизированного транспорта в 25% к 2030 г.

4. Проект Национальной нефтяной компании Абу-Даби (ADNOC), который предполагает использование технологий ИИ и больших данных для анализа максимальной пользы активов и ресурсов, поиска способов улучшения производительности и решения различных проблем.

Проблемой, на которой правительство заостряет внимание, является кибербезопасность (рис. 51).

Количество инцидентов в сфере кибербезопасности

Увеличилось во всем мире за последний год, что привело к значительным затратам для мировой экономики

2x Количество инцидентов в сфере кибербезопасности вмире (2016-2017 гг.)

42% Рост количества задокументированных утечек данных в мире (2015-2017 гг.)

608 Мировая годовая стоимость киберпреступлений (Млрд долл. США, 2014-2017 гг.)

3.9 Средняя общая стоимость утечки данных (Млн долл. США, 2017-2018 гг.)

Рис. 51. Статистические данные по кибербезопасности в мире, по подсчетам правительства ОАЭ

Так, в 2019 г. Управлением по регулированию телекоммуникаций (Telecommunication Regulatory Authority) выпущена Национальная стратегия по кибербезопасности [7], где говорится о необходимости мобилизации всех государственных структур. Выпущено более 60 инициатив, затрагивающих пять ключевых областей:

1) Законодательство:
- рассмотрение всех видов киберугроз;
- обеспечение безопасности существующих и развивающихся технологий;
- защита малых и средних предприятий.

2) Динамичная экосистема кибербезопасности:
- поддержка стартапов и продвижение научно-исследовательской деятельности в области кибербезопасности;
- развитие возможностей кибербезопасности;
- стимулирование осведомленности граждан о кибербезопасности;
- поощрение совершенствования кибербезопасности.

3) Национальный план по реагированию на киберугрозы:
- единая точка обращения для пострадавших от кибератак;
- стандартизированная оценка тяжести случая и план по мобилизации;
- обмен информацией между министерствами.

4) Программа по защите критически важной инфраструктуры:
- определение критически важных активов ОАЭ;
- установление стандартов для риск-менеджмента мирового уровня;
- создание надежных процессов отчетности, соблюдения и ответных действий.

5) Партнерство:
- государственный сектор;
- частный сектор;
- образовательные учреждения и институты;
- международные объединения.

Стратегия ОАЭ по блокчейну [8], выпущенная в 2018 г., направлена на капитализацию технологии блокчейна и перевода осуществления 50% государственных транзакций через блокчейн-платформу к 2021 г. Таким образом Эмираты предполагают сэкономить 11 млрд дирхамов (около 3 млрд долл. США), которые выделяются на осуществление транзакций и сопутствующих процедур, например – 398 млн бумажных документов и 77 млн рабочих часов в год.

Другим важным проектом является инициатива «mGovernment», реализуемая в рамках развития цифровизации государственных веб-сервисов. Документ охватывает технические и пользовательские вопросы, их решения и меры по безопасности [9]. В дополнение к основному документу выпущена соответствующая дорожная карта [10] и национальный план [11]. При реализации проекта будут решены следующие задачи взаимодействия между гражданами и государственными организациями:

- постоянная работа сервисов без перерывов и остановок;
- быстрое и надежное предоставление услуг;
- адаптация к внешним и внутренним изменениям;
- улучшение потребительских сервисов.

Власти ОАЭ также экспериментируют со стратегиями реагирования на спрос на электроэнергию в целях эффективного управления потреблением энергии и обеспечения баланса между спросом и предложением. Технологии управления спросом (Demand response) позволяют потребителям снижать нагрузку на электросети, ограничивая потребление в пиковые часы или смещая его на другое время, используя временные тарифы или другие стимулы.

В рамках общей стратегии управления спросом на рынке Дубая (Dubai Demand Side Management Strategy, DSM) муниципалитет Дубая и местное управление электро- и водоснабжением сотрудничают с целью постепенного внедрения программы управления спросом на электроэнергию для снижения потребления во время пиковой нагрузки.

К инструментам управления спросом относятся временные тарифы, меры вынужденного принудительного прекращения выработки (curtailable load management) и программы управления загрузкой (direct load control, DLC), которые позволяют циклически управлять высоконагруженными системами, например, регулировать включение и выключение систем охлаждения в периоды пиковой нагрузки. Потребитель за участие в программах управления спросом получает скидку к тарифу. Независимый регулирующий орган в области водо- и электроснабжения в эмирате Абу-Даби (Regulation & Supervision Bureau, RSB) запустил пилотный проект управления охлаждением Peak Shifting, в котором используются удаленные устройства для управления кондиционерами в высотных зданиях в пиковое время. Первоначальные испытания продемонстрировали значительное сокращение нагрузки во время пикового спроса, и в RSB рассматривают различные возможности для внедрения данной технологии для управления летним спросом более эффективно.

Ещё одно направление цифровизации – это интеллектуальные сети (smart grid). С их помощью можно оптимизировать уровни предложения и спроса на электроэнергию путем обеспечения двустороннего потока информации в реальном времени между генерирующими компаниями, операторами и потребителями. Применение технологии интеллектуального учета, датчиков и управляющих приборов, которые реагируют на цену или уровень спроса, помогут конечным потребителям, в том числе предприятиям, повысить уровень их информированности о текущем потреблении электроэнер-

гии и принять активное участие в формировании гибкости спроса.

Каждый эмират стремительно движется к внедрению более умной системы управления. Например, в эмирате Абу-Даби установлена усовершенствованная система учета, которая предлагает широкий спектр функций и тарифов, чтобы побудить клиентов снизить потребление или перейти на непиковые часы. «Умные счета» Абу-Даби позволяют управляющим компаниям поддерживать с потребителями обратную связь, информируя о текущем уровне потребления электроэнергии, в том числе в сравнении со средним по стране, и об уровне субсидирования счета, что помогает понять фактическую стоимость потребленной энергии.

Управление электро- и водоснабжением Дубая (Dubai Electricity and Water Authority, DEWA) выделило 7 млрд дирхамов (около 1,9 млрд долл. США) инвестиций на развитие «умных» сетей. Локальными управляющими компаниями к 2020 г. уже установлено 200 тыс. «умных» счетчиков [2].

В эмирате Шарджа местное управление электро- и водоснабжением (Sharjah Electricity, Water and Gas Authority, SEWA) вступило в партнерство с американской компанией Teleformer с целью изучения «умных» решений и технологий, включая разработку систем мониторинга интеллектуальных сетей и модернизацию распределительной сети эмирата [2].

Список использованных источников

1. UAE Energy Strategy 2050. // URL: https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/uae-energy-strategy-2050 (дата обращения: 17.03.2021).
2. THE UAE State of Energy Report 2019 // UAE Ministry of Energy and Infrastructure. URL: https://www.moei.gov.ae/assets/download/a70db115/Energy Report-2019-Final-Preview-1(1).pdf.aspx (дата обращения: 17.03.2021).
3. Government Innovation Framework // UAE Ministry of Energy and Infrastructure. URL: https://www.moei.gov.ae/assets/download/462ceeb0/Gov_Innovation_Framework_en.pdf.aspx (дата обращения: 17.03.2021).
4. UAE National Innovation Strategy // United Arab Emirates Ministry of Cabinet Affairs. URL: file:///C:/Users/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80/Documents/En%20national-innovation-strategy.pdf (дата обращения: 17.03.2021).
5. Science, Technology & Innovation Policy in the United Arab Emirates // UAE Ministry of Energy and Infrastructure. URL: https://www.moei.gov.ae/assets/download/9f91552f/Science Technology and Innovation Policy.pdf.aspx (дата обращения: 17.03.2021).
6. UAE's Fourth Industrial Revolution Strategy // The United Arab Emirates' Government portal. URL: https://u.ae/-/media/About-UAE/Strategies/UAE-4-IR-Strategy/En-UAE-4-IR-Strategy.ashx?la=en (дата обращения: 17.03.2021).
7. National Cybersecurity Strategy // Telecommunication Regulatory Authority URL: https://www.tra.gov.ae/userfiles/assets/Lw3seRUaIMd.pdf (дата обращения: 17.03.2021).
8. Emirates Blockchain Strategy 2021 // United Arab Emirates. URL: https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/emirates-blockchain-strategy-2021 (дата обращения: 17.03.2021).
9. Smart Government Guideline // The United Arab Emirates' Government portal. URL: https://u.ae/-/media/mGov/Guidlines_En_mGov.ashx?la=en (дата обращения: 17.03.2021).
10. Road Map. Mobile Government // The United Arab Emirates' Government portal. URL: https://u.ae/-/media/Smart-UAE-page/ROAD-MAP-mobile-government-English.ashx?la=en (дата обращения: 17.03.2021).
11. The National Plan for UAE Smart Government Goals // The United Arab Emirates' Government portal. URL: https://u.ae/-/media/mGov/UAE-TRA-mGov-Strategy-en-(5).ashx?la=en (дата обращения: 17.03.2021).

2.4. ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В ГОНКОНГЕ

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В случае Гонконга сложилась уникальная экономическая ситуация. В связи с разрывом отношений Китая с США из-за политических и идеологических разногласий Гонконг стал для Китая единственным выходом в западный мир, а для капиталистов – входом в Китай. Гонконг, являясь одним из «азиатских тигров», смог улучшить свое экономическое положение путем привлечения бизнеса и свободной торговли. Экономика Гонконга в основном состоит из сферы услуг, что является еще одним стимулом к развитию оборота цифровых операций и транзакций. Именно вследствие того, как сильно экономическое благополучие и независимость Гонконга зависели от внутреннего бизнеса, правительство решило выделять больше средств из бюджета на исследования в области информационных технологий и, соответственно, автоматизацию и цифровизацию.

Энергосистема территорий административного района Гонконг условно поделена на две части и представлена двумя компаниями – Hongkong Electric Company (HEC) и CLP Power Hong Kong Ltd, каждая из которых имеет свои электростанции, сети передачи и распространения электричества и резерв мощности. Энергосети компаний связаны друг с другом еще с 1980-х гг. и в случае перебоев в одной вторая обеспечивает электричеством все территории, исключая таким образом риски блэкаута.

Правительство Гонконга регулирует безопасность, вопросы тарификации и природопользования в контексте выработки и поставок электроэнергии. Так называемая «Схема контроля» разработана отдельно для обеих компаний – HEC и CLP Power – и действует уже более 40 лет.

Надежным источником электроэнергии для северных регионов является атомная энергия, доля которой составляет около 20% от всей электроэнергии Гонконга. Поставки атомной энергии обеспечиваются из материкового Китая компанией CLP Power, однако большая часть генерации электроэнергии происходит на территории Гонконга [1].

Источники энергии диверсифицированы, но большая часть приходится на импортируемые уголь (более 50%) и природный газ (более 20%). Из возобновляемых источников активно развивается солнечная и ветряная энергетика, доля которой в общем потреблении электроэнергии составляет менее 2% [2–4].

В «Плане энергосбережения для антропогенной среды Гонконга на 2015–2025+ годы», изданном правительством, в качестве одного из основных показателей энергетической эффективности введено понятие энергоемкости экономики (Energy Intensity).

Энергоемкость является отношением суммарно потребленной энергии к уровню ВВП Гонконга. Правительством поставлена цель к 2025 г. снизить уровень энергоемкости экономики на 40% по отношению к уровню 2005 г., который выбран как базовый год, при одновременном сокращении роста потребления электроэнергии на душу населения.

В 2018 г. суммарное потребление энергии в Гонконге составило 288 ТДж, а уровень ВВП составил около 2,8 трлн гонконгских долларов (около 360 млрд долл. США). Соответственно показатель «энергетической интенсивности» составил 102 ТДж за миллиард гонконгских долларов в 2018 г. – таким образом, данный показатель в Гонконге снизился на 32,8% в период с 2005 по 2018 г., при этом показатель потребле-

ния энергии на душу населения с 2008 г. сократился на 4,3% к 2018 г., при одновременном росте численности населения на 7,1%. Таких результатов удалось достигнуть за счет совместных усилий различных секторов экономики и промышленности страны в развитии и внедрении инновационных проектов и энергоэффективных технологий [5].

ИННОВАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА

В Гонконге сегодня значительное внимание уделяется индустрии инноваций и технологий как одной из ключевых экономических областей. На данный момент на территории Гонконга приняты стратегии и инициативы по развитию цифровизации организационных процессов, помимо уже внедренных и действующих программ электронного правительства и повсеместного электронного документооборота.

Бюро инноваций и технологий (Innovation and Technology Bureau), созданное в 2015 г., отвечает за формирование нормативных актов, касающихся отрасли, совершенствование координации действий правительства, отраслевых индустрий, исследовательских и научных организаций, расширение развития инноваций и технологий, взаимодействия различных департаментов частного и государственного секторов в области внедрения технологий [6].

В рамках проекта внедрения «умных» технологий разработаны краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные рекомендации в шести областях развития технологий «умного города», направленных, в том числе, на увеличение энергоэффективности и внедрение информационных технологий для развития различных инфраструктур. Ниже приведены примеры внедрения «умных» технологий [7].

1. **«Умная мобильность»** (рис. 52) включает четыре инициативы:

Рис. 52. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная мобильность»

- *Умная транспортная система и контроль трафика.* В 2021 г. власти собираются запустить пилотный проект умных дорожных сигнальных систем с датчиками отслеживания пешеходов и транспортных средств для сокращения пробок и уменьшения времени движения, внедрить автоматические системы дорожных пошлин и сборов без участия людей и специальных устройств на дорогах к 2024 г. Сюда также входит геоотслеживание транспортных средств (планировалось на 2020), повышение надежности, удобства и эффективности различного ПО (внедрение QR-кодов для оплаты проезда в 2021 г.), внедрение новых способов оплаты проезда; создание в 2021 г. фонда «Умный трафик» с бюджетом в 1 млрд гонконгских долларов для развития инноваций и технологий, связанных с транспортным движением; развитие к концу 2021 г. системы аналитики данных о трафике.

- *Развязки общественного транспорта, автобусные остановки и парковки.* В 2021 г. правительство планирует сделать доступной информацию в режиме реального времени о развязках, 1300 автобусных остановках, свободных местах на всех городских парковках с возможностью электронной оплаты.

- *Экологичность транспорта.* Предложено поощрять жителей Гонконга к пешему передвижению по городу с помощью умных прогулочных маршрутов, удобной сети пешеходных улиц и безопасного окружения для сокращения использования транспортных средств, а к 2023 г. пустить электробусы.

- *Умный аэропорт.* Использование биометрии в 2021 г. при регистрации на самолет, автоматизация и цифровизация операций (в 2020 г. был введен автоматизированный пассажирский шлюз при выходе из самолета) и других действий приведут к сокращению затрачиваемого времени посетителей и сотрудников аэропорта, что вместе с внедрением технологий интернета вещей и 5G и созданием 3D-модели аэропорта для совершенствования менеджмента (работа идет с 2019 г.) увеличит эффективность обслуживания пассажиропотока.

2. **«Умное проживание»** (рис. 53) включает шесть программ:

- *Город, соединенный беспроводной сетью.* Увеличение точек раздачи бесплатного городского Wi-Fi (37 тыс. точек доступа в 2020 г.) создаст более комфортную среду для туристов и жителей города.

- *Электронные платежи.* Распространение системы быстрых платежей посредством смартфона и электронной почты и использование QR-кода для оплаты позволит сократить бумажный денежный оборот, время на выполнение денежных операций, а также уменьшить риск распространения заболеваний.

- *Электронное ID (удостоверение личности).* Программа предполагает распространение бесплатных электронных ID для взаимодействия с госорганами и проведения коммерческих операций; ID также служит водительским удостоверением.

- *Поддержка пожилого населения и лиц с ограниченными возможностями.* 1 млрд гонконгских долл. Фонда инноваций и технологий направлены на разработку, пилотирование и внедрение технологий для облегчения жизни пожилых людей и инвалидов, а также для использования специализированными центрами по их поддержке.

- *Поддержка системы здравоохранения.* Сюда входит:

а) развитие «умных поликлиник», имеющих устройства для хранения и обе-

На конец июня 2020 г.

Более **37 000** бесплатных точек доступа Wi-Fi сети

На февраль 2020 г.

Уровень проникновения широкополосной связи в домах равен **93.7%**

На январь 2020 г.

Уровень распространения абонентов мобильной связи равен **283.75%**

2018

Уровень распространения смартфонов среди лиц от 10 лет равен **89.8%**

На конец мая 2020 г.

Система быстрых платежей

5 млн регистраций

Средняя ежедневная стоимость всех транзакций равна **HK$ 3 млрд** (примерно 390 млн долларов США)

2018-19

Несчастные случаи и скорая помощь

2.16 млн посетителей

2018-19

Специализированные поликлиники амбулаторного типа

7.9 млн посетителей

2018-19

Первичная медицинская помощь

6.37 млн посетителей

На март 2016 г.

Система электронного обмена данными о здоровье была запущена

Население старше 65 лет

1.33 млн (18.5% от общего населения, искл. иностранных домработников) в 2019 г.

2.47 млн (32.3% от общего населения, искл. иностранных домработников) в 2039 г.

Рис. 53. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное проживание»

спечения доступа к медицинским данным и приложения для навигации по поликлинике;

б) запуск второй фазы проекта электронной системы обмена данных отчетов о здоровье к 2022 г., в которую входит больший масштаб обмена данными, и разработка портала для пациентов с целью повышения их заинтересованности в своем здоровье;

в) разработка направления генной медицины в Гонконге;

г) распространение использования удаленных теле- и видеоконсультаций с врачами;

д) исследование блокчейн-технологии для совершенствования фармацевтики, выявления сезонных и региональных тенденций в поставках лекарств.

- *Отдых, спорт, досуг и культура.* К 2023 г. планируется запустить возможность бронирования, записи, управления и оплаты различных услуг через мобильное приложение и станции самообслуживания, а к 2025 г. – создать умную библиотеку с системой цифрового управления данными, а также использовать технологии интернета вещей для отслеживания геолокации туристов в зонах со слабым доступом к сети Интернет.

3. **«Умная окружающая среда»** (рис. 54):

- *План по борьбе с изменением климата 2030+.* Планируется внедрение различных технологий по декарбонизации для снижения показателей выбросов углекислого газа на 65–70% к 2030 г. по сравнению с показателями 2005 г., применение возобновляемой энергии в больших масштабах, при одновременном внедрении систем умного учета для стимулирования перехода населения и индустрии к источникам возобновляемой энергии.

- *«Зеленые» и умные здания, энергоэффективность.* Распространение ИТ/смарт-технологий в зданиях снизит нагрузку на сеть и повысит эффективность существующих систем.

- *Управление отходами.* Внедрение программы умной переработки отходов, пилотирование которой будет проводиться в 2021–2022 гг., позволит снизить нагрузку на городские системы.

- *Контроль загрязнения.* Осуществляется тестирование датчиков для мониторинга загрязнения воздуха и городских водоемов. В начале 2020 г. стартовал пилотный проект системы отслеживания в режиме реального времени фитопланктонов в водоемах. Борьба с шумовым загрязнением: посредством внедрения на стадии проектирования зданий систем подавления шума предлагается сократить воздействие шума в новых жилых комплексах.

2015–2019 гг.

Достигнута цель в снижении потребления электричества государственными зданиями на **5%**

2018 г.

Выбросы углекислого газа были сокращены на **36%** в сравнении с 2005 г.

2018 г.

1.78 млн тонн муниципальных твердых отходов использованы повторно

2018 г.

66% выбросов углекислого газа приходится на производство электричества

2015 г.

Здания потребляют около **90%** электричества

Рис. 54. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная окружающая среда»

- *Гигиена окружающей среды.* Данная программа предполагает исследование новых продуктов и услуг (вроде «умных» фонарных столбов), направленных на создание комфортной среды обитания, завершение к 2022 г. пилотной программы «умные туалеты» и исследование использования ИТ-технологий в общественных туалетах; планируется запустить программы по борьбе с грызунами с применением технологии интернета вещей и найти способ применения технологии в борьбе с вредителями.

4. **«Умное население»** (рис. 55) подразделяется на две программы:

- *Воспитание молодых талантов.* Государством введены пять блоков интенсивных программ для обучения по естественно-научным, инженерно-техническим и математическим дисциплинам и ИКТ-обучение для средней школы, усилен потенциал программ R&D в учебных заведениях; осуществляется поощрение найма на рабочие места докторов и кандидатов наук естественно-научных, инженерно-технических и математических дисциплин (около 6340 соискателей были профинансированы на сумму 2,1 млрд гонконгских долларов в 2020 г.). Также планируется улучшить стажерские программы в IT-индустрии в 2021 г. и обучить больше IT-специалистов в области биотехнологий, больших данных, ИИ, робототехники и кибербезопасности.

- *Инновационная и предпринимательская культура.* Задача данной программы – сделать доступной финансовую и нефинансовую помощь молодым предпринимателям и стартапам для усиления роли IT-сферы, увеличить в 2018 г. количество инкубационных программ в Гонконге, привлечь Фонд венчурного капитала для развития IT-стартапов. В ходе реализации программы в 2020 г. создано более 62 тыс. мест на курсах обучения инновациям для повышения цифровой грамотности госслужащих.

5. **«Умное правительство»** (рис. 56) подразделяется на три программы:

- *Открытые данные.* Правительство в рамках программы стимулирует практику раскрытия данных в государственном и частном секторе.

- *Инфраструктура умного города.* Сюда входит: запуск 5G-сетей (планировался в 2020 г.); применение электронного удостоверения личности для входа на сайты и улучшение данного сервиса с помощью технологий ИИ, чатботов и больших данных; использование многофункциональных «умных» фонарных столбов; запуск в 2020 г. платформы анализа больших данных для обмена информацией между государственными подразделениями; улучшение мер кибербезопасности и работы облачных сервисов; внедрение к 2025 г. электронного ящика для приема предложений по формированию планов развития правительства; разработка правительственного протокола передачи данных (Government Wide Internet of Things Network, GWIN) на основе технологии Low-power Wide-area Network (LPWAN).

- *Внедрение технологий.* В будущем планируется работа платформы BIM-AM/FM (Building Information Modelling – Asset Management/Facility Management) для совершенствования менеджмента строительства к 2024 г., а также внедрение BIM (информационного моделирова-

Около **90%** программ в детских садах, рассчитанных на полдня, доступны бесплатно

Уже **12 лет** начальное и среднее образование бесплатно

60% студентов старшей школы одну или более техническую или естественно-научную элективную дисциплину в 2019/2020 гг., все учащиеся изучали математику как основной (обязательный) предмет

8 общественных университетов профинансированы Правительство через Комитет унирсететских грантов

2019/2020 гг.

86 867 студентов, изучающих профинансированные Правительством программы подготовки бакалавров и специалистов

30 580 (35%) из них изучали дисциплины технического или естественно-научного характера

2019/2020 гг.

11 251 студентов, изучающих профинансированные Правительством магистерские программы

5 412 (48%) из них изучали дисциплины технического или естественно-научного характера

2018 г.

R&D финансирование

Валовые внутренние расходы на R&D составили **HK$ 24,497 млн** (+10% в сравнении в 2017 г. (22,213млн гонконгских доллара = 2,9 млрд долларов США)

2019–2020 гг.

Около **62 000** госслужащих посетили различные IT-курсы

Рис. 55. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное население»

DATA. GOV. HK

Информационный портал общественного сектора

Более **4 180** уникальных баз данных

1 390 интерфейсов прикладного программирования (API)

GovHK

GovHK

Единый правительственный портал, делающий доступным более легкий поиск и использование информации и услуг общественного сектора:

Около **800** электронных сервисов

2018–2019 гг.

Расходы на правительственные информационно-коммуникационные технологии равны примерно **HK$ 10 млрд** (1.3 млрд долларов США)

Рис. 56. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное правительство»

ния здания) и развитие системы инфраструктуры пространственных данных (онлайн-портала системы, 3D-карты) к 2023 г. Правительством в 2019 г. была создана «умная» правительственная инновационная лаборатория для исследования технологических решений и предложений, необходимых для улучшения предоставляемых гражданам общественных услуг. В 2020 г. было запущено «соревнование», в ходе которого компании всех секторов экономики предлагают IT-решения для бытовых проблем. Также продолжается функционирование правительственного онлайн-портала, куда государственные отделы добавляют свои запросы в области IT-технологий, а стартапы и исследовательские институты предлагают свои решения: таким образом было создано более 90 IT-проектов, затрагивающих интернет вещей, ИИ, энергоэффективность, возобновляемую энергию и робототехнику. Умные технологии могут облегчить работу городских учреждений, служб и сервисов с помощью:

- ✓ внедрения их в исправительные учреждения;
- ✓ использования инноваций и технологий для усовершенствования таможенных процессов, эффективности правоохранительных органов, упрощение процессов торговли и др.;
- ✓ совершенствования иммиграционных услуг с помощью инициативы «Заявка нового поколения» и «Системы легкого расследования» в 2021–2022 гг.;
- ✓ совершенствования услуг скорой помощи с помощью технологии интернета вещей к 2022 г.;
- ✓ внедрения к 2024 г. системы «умной» подачи воды для контроля потери воды в процессе ее дистрибуции, системы автоматических счетчиков для улучшения качества услуг потребителю и др.;
- ✓ внедрения «умной» системы контроля за канализацией, применение роботов для упрощения технического обслуживания подземной канализационной (дренажной) системы в 2021 г.

6. «Умная экономика» (рис. 57)

- Стимулирование сферы R&D и реиндустриализации. Это важная для экономики Гонконга программа включает планирование условий для создания в 2021 г. ключевых технических платформ совместно с международными научными организациями и IT-компаниями, развитие платформ для взаимодействия локальных и зарубежных IT-предприятий, научных организаций и университетов (функционирование первого исследовательского центра планируется к концу 2024 г.).
- *Упрощение процессов инновационного развития и «новой экономики».* Для ускоренного экономического развития Гонконга постоянно актуализируются правовые нормы, которые могут препятствовать развитию инноваций, поощряется внедрение новых технологий локальными организациями для улучшения их операционной эффективности, а также внедряются новые стандарты, облегчающие идентификацию и верификацию компаний.
- *Рост существующих экономических показателей путем повышения эффективности IT-сферы.* В задачи властей входит стимулирование технологий в финансовой сфере (включая торговлю, интернациональное сотрудничество и страхование), контроль за действиями виртуальных банков после их запуска, отслеживание отзывов клиентов и влияния таких банков на стабильность локальной банковской системы; контроль за разработкой и внедрением API (интерфейса программирования приложений) в приложениях банковского сектора и других компаний.
- *Умный туризм.* Для повышения привлекательности Гонконга как направления для путешествий предлагается совершенствование домашней веб-страницы и портала для туристов, улучшение работы «умного» аэропорта, городских WiFi-точек и других «умных» технологий.
- *Цифровое право.* В процессе разработки находится онлайн-платформа для предоставления эффективных и малозатратных способов разрешения споров и услуг по заключению договоров.

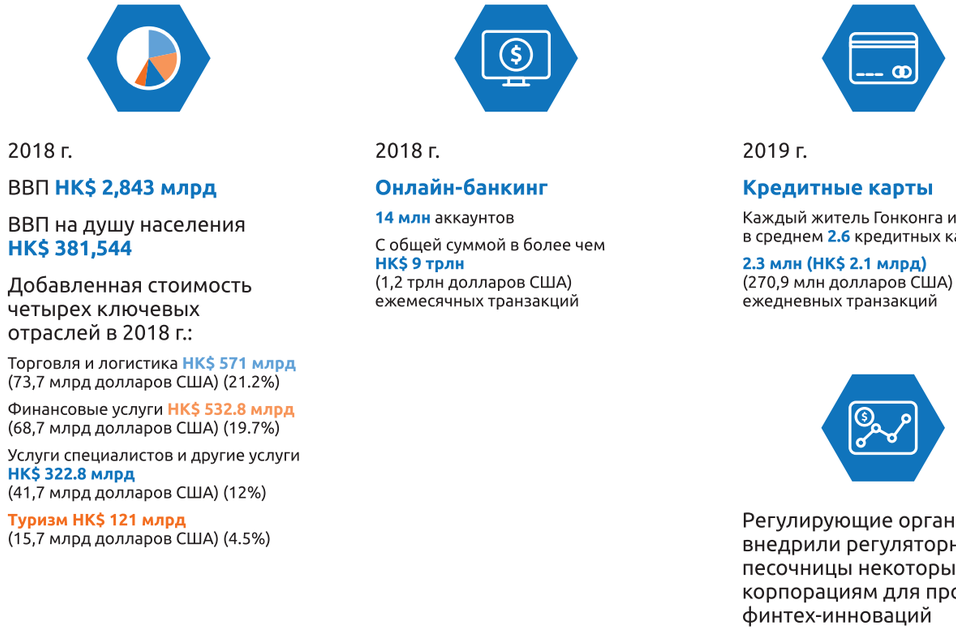


Рис. 57. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная экономика»

Правительством Гонконга создан **Фонд инноваций и технологий (Innovation and Technology Fund)**, целью которого является помощь локальным компаниям и крупному бизнесу в улучшении их технического уровня развития и внедрении инновационных идей в бизнесе, поддержке стартапов НИОКР и т. п. – рис. 58 [8].

В Гонконге приняты стратегии и инициативы, которые в будущем заменят и улучшат уже действующие цифровые процессы. Так, правительство Гонконга работает над Стратегией облачных вычислений, куда входят три проекта [9]:

- *Создание правительственных услуг в сфере облачной инфраструктуры.* Проект, запущенный в сентябре 2020 г., призван обеспечить безопасную и надежную ИТ-сеть для облегчения обмена информации между государственными объектами и субъектами. Сюда входят четыре ключевые услуги: инфраструктура как услуга (Infrastructure as a Service, IaaS), платформа как услуга (Platform as a Service, PaaS), база данных как услуга (Database as a Service, DBaaS), контейнер как услуга (Container as a Service, CaaS).

Рис. 58. Задачи Фонда инноваций и технологий

- *Экспертная группа по услугам и стандартам в сфере облачных вычислений.* Работала с 2014 по 2016 г. В группу входили как члены правительства, так и представители коммерческих и некоммерческих организаций. В ее задачи входило создание рабочих групп по определенным направлениям в сфере облачных вычислений и дальнейшее их консультирование, распространение информации об ИТ-сервисах, кооперация и привлечение к реализации проектов, связанных с ИТ-сервисами.

- *Предоставление публичных облачных услуг для государственных бюро и отделов.* Проект внедряет идею программного обеспечения как услуги (SaaS) для автоматизации процессов управления, кооперации, коммуникации, резервирования и восстановления данных в случае их потери и участия субъектов правительства в социальных сетях. Все эти процессы после автоматизации должны стать более устойчивыми к внешним изменениям, сократить ресурсы и время, затрачиваемые сегодня на их выполнение.

Кроме Стратегии облачных вычислений правительственными отделами, которые занимаются направлениями развития информационных технологий, проводится работа над внедрением следующих пяти инициатив:

1. **Управление электронной информацией (Electronic Information Management, EIM)**: управление контентом, управление документацией, управление знаниями. Целью инициативы является стратегический подход к достижению высокого уровня управления информацией посредством более широкого применения IT и специального организационного подхода (рис. 59). Система необходима для улучшения эффективности деятельности субъектов правительства.

Успешная имплементация EIM – это не только внедрение соответствующих электронных решений. Государственным структурам и организациям рекомендуется принять стратегический подход к изучению и анализу различных функциональных областей для разработки своих стратегий по внедрению EIM:

- *Стратегия:* что делать и чего не делать. Она помогает госструктурам определиться на организационном уровне с планом внедрения EIM.

- *Процесс:* как развернуть процесс для поддержки реализации Стратегии наиболее рентабельным способом и соответствовать возможностям современных технологий.

- *Технологии:* как разработать технологию для поддержки реализации Стратегии наиболее рентабельным способом и соответствовать возможностям современных технологий.

- *Люди:* как подготовить людей к изменениям в Процессе и Технологиях для поддержки реализации Стратегии.

- *Руководство:* как сделать процесс внедрения Стратегии устойчивым при условии постоянного совершенствования.

2. **Услуги по управлению правительственными кадрами.** Сюда входит использование облачного ПО сотрудниками HR-отдела для выполнения всех их функций: от найма сотрудников до отстранения от работы. Таким образом, с помощью автоматизации и технологии ИИ будут минимизированы факторы человеческой ошибки и расхода времени на обработку запросов и документооборот. К концу 2020 г. 11 отделов и бюро уже успешно использовали данную систему.

3. **Многофункциональная смарт-ID-карта.** Данный проект должен заменить существующие ID-карты, внедренные еще в 2003 г. Они выдаются гражданам Гонконга на добровольной основе и служат для подтверждения личности, дают доступ к государственным организациям (библиотекам, медицинским учреждениям) и миграционным службам, а также будут являться аналогом электронного кошелька.

4. **Публикация информации общественного сектора в цифровом формате.** Сюда входит вся информация, которую собирает, производит, распространяет и которой владеет правительство Гонконга и другие организации (общественные и муниципальные).

5. **Многофункциональные «умные» фонарные столбы.** Пилотный проект, в ходе которого 400 фонарных столбов будет установлено в четырех районах с высоким пешеходным и автомобильным трафиком. Пятьдесят фонарных столбов уже было установлено в июне 2019 г. для сбора метеорологической информации, информации о качестве воздуха и движении. Вся собранная информация, в том числе о местоположении столбов, находится в открытом доступе.

В Гонконге действует развитая **правительственная IT-инфраструктура**, которая базируется на семи элементах:

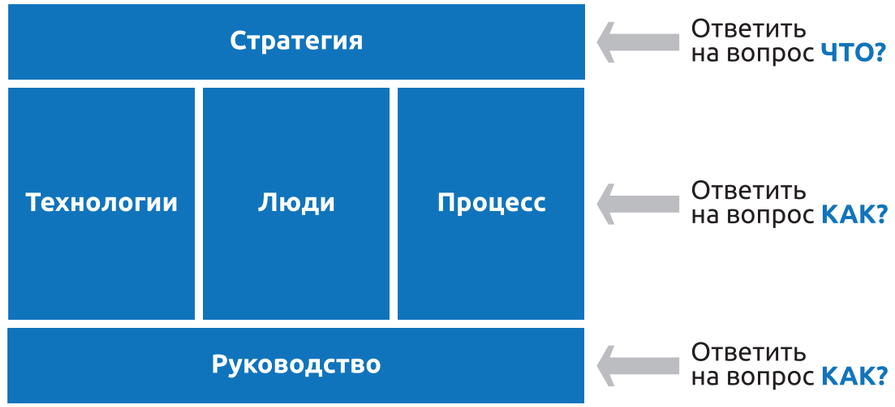


Рис. 59. Основа внедрения EIM

1) *Инфраструктура совместимости для электронного правительства.* Действует с 2002 г. и представляет собой систему хранения регулирующих документов, стандартов и технических требований. Для актуализации данных и максимально эффективной работы системы постоянно обновляется не только ее программное обеспечение, но и техническое оборудование.

2) *Правительственная магистральная сеть.* Фактически это внутренняя сеть обмена данными, соединяющая все отделы и бюро правительства и служб совместного пользования друг с другом, а также с внешним миром (рис. 60).

3) *Центральный компьютерный центр.* Состоит из трех дата-центров и играет ключевую роль в работе всех ИТ-сервисов. В рабочие задачи центра входят поддержание работы сервисов, управление и поддержка пользователей.

4) *Централизованные интернет-услуги.* Услуги, которыми пользуются отделы и бюро правительства Гонконга с 2009 г. (хостинг государственных веб-страниц, их домены, доступ к интернету, электронная почта). Сейчас эти услуги также защищены шифрованием от возможных утечек и фишинговых атак (рис. 61).

5) *Правительственная сеть облачных услуг.* Сеть обеспечивает масштабный, надежный и безопасный способ для отделов и образований обмена информацией и выполнения задач. Для работы сети используются IaaS, PaaS, DBaaS и CaaS.

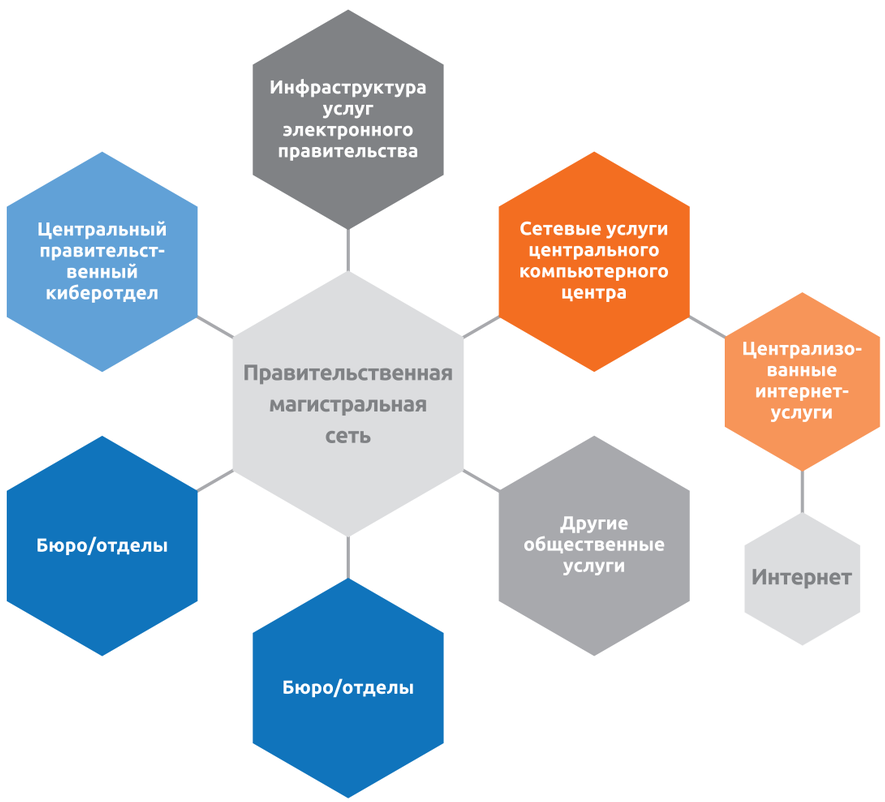


Рис. 60. Визуализация работы правительственной магистральной сети

Рис. 61. Принципиальная схема работы централизованных интернет-услуг

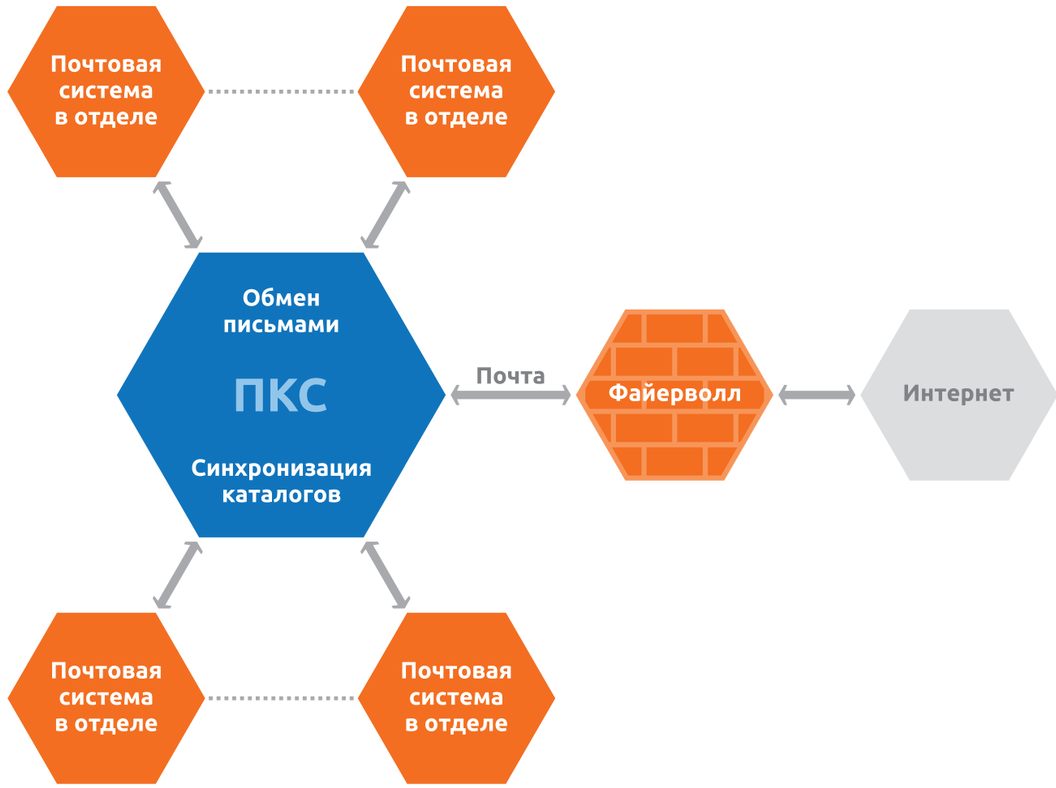


Рис. 62. Визуализация работы правительственной коммуникационной сети

6) *Правительственные коммуникационные сети (ПКС)* – работа внутренней электронной почты (рис. 62).

7) *Центральный правительственный киберотдел.* Был введен в работу в 2000 г., занимается выпуском циркуляров, инструкций, статистики, ведением видеоархивов для эффективной работы всех вышеперечисленных сервисов, а также обеспечивает функционирование вертикальных и горизонтальных внутренних транзакций.

В Гонконге обеспечен повсеместный доступ к интернету – 31 общественная библиотека с компьютерами и электронными сервисами с бесплатным доступом (при наличии смарт-ID-карты). В них регулярно по утрам проводятся ИТ-курсы для любых желающих. Совет по переподготовке сотрудников также предлагает долгосрочные ИКТ-курсы для любого работающего или неработающего гражданина или иммигранта от 15 лет, а также для людей с инвалидностью.

Но, несмотря на все вышеперечисленные достижения Гонконга в области интернет-технологий, если население не умеет и не хочет пользоваться данными технологиями, польза от них сводится к нулю. В связи с этим власти инициировали программу помощи, в рамках которой правительство обеспечивает проведение курсов для населения, а также для работников организаций и учебных заведений. При этом для стимулирования и поощрения достижений в области информационных и коммуникационных технологий различным специалистам и организациям выдаются награды.

Еще одной государственной организацией, которая занимается развитием и внедрением цифровых и инновационных технологий, в том числе в электроэнергетической отрасли Гонконга, является Департамент электротехнических и механических услуг (The Electrical and Mechanical Services Department, EMSD). Он предоставляет электротехниические и механические (E&M) услуги через два функциональных подразделения, а именно с помощью Регуляторного сервиса (Regulatory Services, RS) и Торгового сервиса (Trading services, TS), из которых последний также известен как Фонд торговли электротехническими и механическими услугами (Electrical and Mechanical Services Trading Fund, EMSTF). EMSD играет двойную роль, регулируя деятельность в области E&M путем обеспечения соблюдения законов и образования населения и одновременно предоставляя всесторонние профессиональные и экономически эффективные инженерно-технические услуги для правительственных департаментов и государственных органов для постоянного повышения качества жизни граждан [10].

Выступая в качестве регулирующего органа, команда Регуляторного сервиса ответственна за обеспечение безопасности в области E&M и повышение энергоэффективности. Команда Регуляторного отдела состоит из ряда подразделений, специализирующихся на различных вопросах, регулирующих образование, в том числе в области E&M. Команда также следит за техническими показателями и планами развития энергетических компаний. Кроме того, данный отдел предоставляет правительству Гонконга экспертные консультации и содействует повышению энергоэффективности.

EMSTF в 2018 г. реорганизовал свою структуру таким образом, чтобы она обеспечивала непрерывное, интегрированное и всестороннее выполнение операций по развитию E&M-сервисов, охране окружающей среды, техническому обслуживанию и управлению проектами. При этом в связи с возникшей необходимостью развития инноваций и технологий создано подразделение цифровизации и технологий (Digitalisation and Technology Division), призванное усилить взаимодействие между государственными и негосударственными организациями и обществом. Организационная структура данного подразделения представлена на рис. 63 [11].

Рис. 63. Направления деятельности EMSTF

EMSTF играет важную роль в предоставлении качественных инженерных услуг в области E&M для других правительственных департаментов и государственных органов. Фонд предлагает комплексные инжиниринговые услуги, такие как эксплуатация, техническое обслуживание, управление проектами и консалтинговые услуги в области E&M, внедрение электронных систем и оборудования для более чем 80 клиентов департамента. Среди объектов клиентов EMSD – больницы, школы, транспортные узлы, порт, аэропорт, правительственные учреждения и здания судов, общественные места отдыха и развлечения и многое другое.

В течение 2020 г. EMSD достиг больших успехов в области инноваций и технологий (I&T).

Например, во второй год проведения внутреннего конкурса Inno@E&M Challenge, целью которого является продвижение культуры информационных технологий в различных сферах, – в 2019/2020 гг. – было подано на 25% больше заявок, чем в первый. Введен в эксплуатацию Региональный цифровой центр управления (Regional Digital Control Centre, RDCC), который позволяет не только осуществлять мониторинг и сбор данных в режиме реального времени, повышать эффективность прогнозирования технического обслуживания и ремонта E&M-систем, но и оптимизировать работу электронных устройств за счет анализа данных для экономии энергии. Подобные инициативы помогают создавать инновационно-ориентированную культуру, в которой на всех уровнях в своей повседневной работе сотрудники знакомятся с информационными технологиями.

В Регуляторном сервисе приступили к реализации проектов по внедрению информационных технологий по нескольким направлениям. Во-первых, это развитие и применение таких технологий, как искусственный интеллект и анализ больших данных (Big Data) для процессов инспектирования оборудования на основе оценки рисков, а также внедрение чат-ботов, которые будут помогать справляться с ежедневными запросами в компании от потребителей с большей эффективностью. В то же время реализованы новые цифровые решения, такие как электронная подача документов, электронное отслеживание, электронная обработка и электронное лицензирование, для работников электроэнергетической и других отраслей. Еще одно реализованное направление – электронная платформа для рассылки и подписания различных документов, нацеленная на рационализацию рабочих процессов и повышение производительности сотрудников.

Подразделение EMSTF является пионером в разработке и продвижении технологии информационного моделирования зданий – управления активами (BIM-AM). Стандарты и руководство по BIM-AM, которое представляет собой краткое изложение требований к информации по более чем 21 типу электрических и механических систем, нуждающихся в техническом обслуживании в Гонконге, основаны на шаблонах, разработанных EMSD [12].

EMSD в 2019 г. успешно запустил проект системы цифровой документации (Digital Documentation System), основанный на местоположении пользователя. Используя мобильные телефоны или планшеты, сотрудники, находящиеся на месте работы (например, на производстве), теперь могут легко получать техническую информацию обо всех объектах, находясь рядом с ними, например чертежи, руководства по техническому обслуживанию. и совершать необходимые записи, что значительно повысило эффективность работы по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования.

Список использованных источников

1. The Energy Scene of Hong Kong // Electrical and Mechanical Services Department of Hongkong. URL: https://www.emsd.gov.hk/energyland/en/energy/ energy_use/energy_scene.html (дата обращения: 17.03.2021).
2. Hong Kong Energy Statistics Annual Report 2019 // Census and Statistics Department. URL: https://www.censtatd.gov.hk/hkstat/sub/sp90.jsp?productCode= B1100002 (дата обращения: 18.03.2021).
3. Annual Report 2019/20 // Electrical and Mechanical Services Department. URL: https://www.emsd.gov.hk/minisites/EMSDar/1920ar/pdf/EMSD_Whole.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
4. Energy Supplies // Environment Bureau. URL: https://www.enb.gov.hk/en/ about_us/policy_responsibilities/energy.html (дата обращения: 18.03.2021).
5. Energy End-use Data and Consumption Indicators 2020 // Electrical and Mechanical Services Department. URL: https://www.emsd.gov.hk/ filemanager/en/content_762/HKEEUD2020.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
6. Innovation and Technology Bureau URL: https://www.itb.gov.hk/ en/index.html (дата обращения: 18.03.2021).
7. Hong Kong Smart City Blueprint. URL: https://www.smartcity.gov.hk/ index.html (дата обращения: 18.03.2021).
8. Innovation and Technology Fund. URL: https://www.itf.gov.hk/en/home/ index.html (дата обращения: 18.03.2021).
9. Government Cloud Infrastructure Services (GCIS) // Office of the Government Chief Information Officer. URL: https://www.ogcio.gov.hk/en/our_work/ infrastructure/e_government/gcis/index.html (дата обращения: 18.03.2021).
10. Electrical and Mechanical Services Trading Fund Report 2019/20 // URL: https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_1097/EMSTF_Report_2019-20.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
11. Electrical and Mechancial Services Trading Fund The 2nd 5-year Strategic Plan // URL: https://www.emsd.gov.hk/minisites/2nd5yearplan/leaflet/issue3/ p_all.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
12. Building Information Modelling for Asset Management (BIM-AM) Standards and Guidelines // Electrical and Mechanical Services Department. URL: https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_1148/EMSD%20BIM-AM%20 Standards%20and%20Guidelines%20 v2.0.pdf (дата обращения: 18.03.2021).

2.5 ВЫВОДЫ

Анализ проектов и инициатив отдельных стран (США, Гонконга, Японии, ОАЭ) за 2020 г. позволил выявить некоторые тренды: все страны делают огромный упор на развитие инноваций и цифровых технологий. Каждая страна хочет стать лидером в области, но каждая понимает, что новые технологии не возникают и не разрабатываются в вакууме, одна инновация переплетается с другой, все становится взаимосвязанным. Это означает, что для повышения уровня жизни людей, что должно являться главной целью любого государства, необходимо сотрудничество и построение надежных партнерских отношений.

Разработка искусственного интеллекта не принесет никакой пользы, если население не будет уметь правильно им пользоваться. Поэтому необходимо начинать внедрение любых технологий с людей – с обучения и образования граждан, повышения осведомленности, развития необходимых навыков. Это также означает подготовку специализированных кадров, которые смогут работать с большими данными, ИИ и т.п., создание новых отделов, департаментов по работе с технологиями, а также с населением.

Гонконг и ОАЭ стали лидерами в развитии инноваций и переходе на цифровую экономику, вследствие чего поднялась и их экономика, а Япония, несмотря на известную во всем мире робототехнику и продвинутые разработки в области высоких технологий, является замедляющимся государством как в плане экономики, так и в плане перехода на цифровые операции. Это в первую очередь связано с сохранением традиционного уклада и модели поведения человека, что сильно влияет на скорость и массовость внедрения цифровых технологий в жизнь. Учитывая, как неразрывно связаны два эти показателя, можно сказать, что любой стране в XXI веке необходимо делать упор на развитие цифровых технологий, чтобы стать государством с развивающейся и устойчивой экономикой.

Энергетическая система США претерпевает довольно радикальные изменения, становясь все более распределенной. Предпосылками к этому являются федеральные и региональные программы поддержки «зеленой энергетики», снижение стоимости солнечных батарей и накопителей энергии, низкие цены на топливо (главным образом природный газ). В энергетике США на всех уровнях активно внедряются передовые и инновационные цифровые технологии: средства управления объектами электроэнергетики, системы управления спро-

сом, предиктивной аналитики для контроля технического состояния оборудования и многое другое. Реализуются комплексные проекты модернизации энергосистемы в Нью-Йорке и Калифорнии, включающие замену сетей связи, переход на полностью цифровые подстанции, создание центров кибербезопасности и пр. Очевидно, что все эти усилия должны повысить надежность и безопасность электроснабжения, удовлетворить растущие запросы потребителей, связанные, например, с развитием электротранспорта или внедрением гибких тарифов на электроэнергию.

В то же время ставка на создание изолированных, во многом саморегулирующихся распределенных энергосистем, а также на «зеленую энергетику» может привести к ряду проблем. Например, зимой 2021 г. в южных штатах США на фоне аномальных морозов наблюдались веерные отключения электроэнергии. Причиной тому во многом послужила высокая доля ВИЭ в генерации, которые в данных погодных условиях не смогли удовлетворить спрос потребителей, резкое снижение добычи газа в силу тех же факторов, а также децентрализованный характер энергосистемы, не позволивший в кратчайшие сроки наладить снабжение из других источников. Для Техаса также, например, характерно максимально свободное регулирование рынка энергетики, что не обязывает поставщиков иметь достаточно резервных мощностей. Таким образом, в будущем цифровая трансформация электроэнергетики США, возможно, будет направлена во многом на создание механизмов обеспечения надежного электроснабжения, в том числе систем резервирования.

ВЫВОДЫ ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ ОПЫТУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Обзор государственных программ, политик, стратегических документов позволяет сделать вывод, что правительства по всему миру считают цифровую трансформацию экономики залогом устойчивого роста и развития. В настоящем разделе рассмотрены отдельные тенденции в экономике, возникающие под влиянием цифровой трансформации. Показано, что цифровизация изменяет ландшафт рынка труда, диктует новые требования к образовательной системе. Уровень цифровой зрелости для государства, отдельной компании, индивида становится важным показателем, отражающим способность ориентироваться в современной экономике, извлекать выгоды из новых решений и технологий. Подчеркивается, что все усилия по цифровой трансформации подвержены огромным рискам без внедрения адекватных механизмов обеспечения информационной безопасности.

В рамках обзора мирового опыта цифровой трансформации за 2020 год прослежены тенденции в странах, которые являются цифровыми лидерами, но не вошли в исследования при разработке Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики, так как критериями отбора являлась сопоставимость стран по нескольким признакам (климат, структуры выработки электроэнергии, площади страны и проч.). Анализ мировой практики показал, что государства уделяют большое внимание внедрению новых цифровых технологий и решений: создаются правительственные и общественные структуры для поддержки инициатив и финансирования проектов по цифровизации. Усилия государства (финансовые, организационные, нормотворческие) позволяют сохранить баланс интересов поставщиков продуктов и услуг и потребителей, активизировать наиболее прорывные и инновационные разработки, поддержать глобальные и долгосрочные проекты, требующие взаимодействия многих участников. В условиях стремительных изменений возрастает роль отраслевых объединений: они позволяют в короткие сроки разрабатывать стандарты и протоколы, отвечающие текущему уровню развития науки и техники и самым актуальным требованиям, доносить до государственных структур консолидированную повестку бизнеса. Отраслевые объединения по всем миру становятся экспертными центрами или «центрами компетенций», к которым прислушиваются правительства при осуществлении стратегического планирования.

В России подобным центром компетенций в электроэнергетике является Ассоциация «Цифровая энергетика». В рамках Ассоциации работают экспертные группы, объединяющие специалистов по широкому кругу вопросов цифровой трансформации. Обзор международного опыта показал, что направления работы экспертных групп Ассоциации отвечают общемировым тенденциям. Например, как показано ранее, изменения на рынке труда – безработица, вызванная автоматизацией рабочих мест, поляризация рынка труда – требуют радикального изменения подходов к подготовке специалистов на всех уровнях образования, повышения цифровых компетенций. Подобная работа ведется в Ассоциации в рамках экспертной группы по вопросам повышения производительности труда, охраны труда, промышленной безопасности и формирования цифровых компетенций персонала, необходимых для цифровой трансформации. Представители компаний электроэнергетики, образовательного сообщества и других организаций работают над созданием платформы цифровых компетенций, организуют обмен опытом, продвигают образовательные инициативы.

Вопросы оценки цифровой зрелости российской электроэнергетики рассматриваются в рамках экспертной группы по формированию Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики. Как указано во введении к настоящему разделу, оценка цифровой зрелости электроэнергетической отрасли сделана при подготовке Стратегии цифровой трансформации электроэнергетики. Данная работа была в том числе построена как серия семинаров и интервью, позволивших выявить «болевые точки» и направления, на которые следует сделать упор в рамках цифровой трансформации. В ходе работы экспертной группы регулярно отслеживается уровень цифровой зрелости в ходе реализации Стратегии.

Работа экспертной группы по кибербезопасности также соответствует мировым тенденциям, а именно – упору на коллективные подходы в обеспечении информационной безопасности. Особенно такое взаимодействие важно в рамках высокой связанности Единой энергосистемы России. В рамках данной экспертной группы компании электроэнергетики обмениваются информацией о киберугрозах, делятся информацией о применяемом программном обеспечении. Основным результатом детальности экспертной группы стала разработка концепции создания центра по вопросам информационной безопасности в электроэнергетике (Энерго ЦИБ) при отраслевом (ведомственном) CERT Минэнерго России, которая в настоящее время проходит согласование с Минэнерго России и иными ответственными ведомствами. При разработке указанной концепции активно изучался именно мировой опыт аналогичных центров.

Под эгидой экспертной группы по нормативному обеспечению реализуются инициативы, соответствующие передовому мировому опыту нормотворчества в области цифровой трансформации. В частности, как говорилось выше, государственные политики должны способствовать соблюдению баланса интересов бизнеса и потребителя. В этом тренде находятся, например, инициативы по взаимной интеграции услуг компаний электроэнергетики и государственных

услуг с помощью единого портала. Кроме того, прорабатываются инициативы по снятию отраслевых барьеров цифровой трансформации, например, в части использования дронов или спектра радиочастот для оборудования IoT.

Таким образом, основные тенденции цифровой трансформации электроэнергетики России соответствуют мировому опыту рассмотренных выше направлениях. При этом существуют локальные особенности, например, требования к импортозамещению программного обеспечения или уровню локализации оборудования. Но и эти задачи успешно решаются, как будет показано в следующем разделе Альманаха, посвященном обзору наилучших практик цифровой трансформации электроэнергетики России.

ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

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 г. 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 г. 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 г. 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 го. 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 г. 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.

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].

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

[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 2М».

«Сквозные» цифровые технологии [1]	Цифровые решения на базе цифровых технологий	
Интернет вещей	2 Активный энергетический комплекс (в том числе виртуальная электростанция) 3 Продвинутое управление турбинами (традиционная генерация и ВИЭ) 32 Инфраструктура интеллектуального учета (AMI)	16 Видеомониторинг и видеоаналитика проектов капитального строительства 19 Умный дом/город 20 Интеграция автомобиля в электрическую сеть (V2G) 4 Мониторинг работы производственных активов (VR, дроны и прочее)
Искусственный интеллект	8 Прогнозирование производства энергии (ВИЭ) 12 Алгоритмическая торговля, установка цен 15 Предиктивное обслуживание 17 «Умное» управление дебиторской задолженностью 21 Автоматическое ценообразование для новых потребителей	22 Цифровые каналы коммуникации с клиентом, например чат-боты 23 Анализ и оптимизация потребления 27 Информационное моделирование зданий (BIM) 1 CIM-модель 29 Сегментация и анализ поведения потребителей с использованием больших данных
Системы распределенного реестра	31 Цифровые платежи 28 Сертификация энергетических продуктов 6 Частичное владение генерирующими активами (ВИЭ) 10 Развитие микросетей	30 Конвергентные сервисы ЖКХ (единая платформа) 11 Оптовая торговля электроэнергии (распределенный реестр) 13 Использование «умных» контрактов для взаимодействия с потребителем 33 Система векторных измерений (СМПР)
Квантовые технологии [2]		
Новые производственные технологии		9 Производство отдельных элементов оборудования (аддитивные технологии)
Робототехника и сенсорика		5 Роботизированная диагностика инфраструктуры
Мобильные сети связи пятого поколения (цифр. сервисы) [3]		
Технологии виртуальной и дополненной реальности		
	Кросс-отраслевые цифровые решения	
	7 Моделирование и прогнозирование параметров энергообъекта с помощью цифровой модели (цифровой двойник) 14 Распределенная система накопителей энергии 18 Управление спросом, дистанционное управление режимами работы объектов электроэнергетики	24 Защита данных и защита оборудования от киберугроз 25 Автоматизация и стандартизация процессов (RPA, интеллектуальный ассистент) 26 Повышение эффективности производственного персонала

1) Список «сквозных» технологий актуализирован в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 2 июля 2020 г. N 974 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»
2) Квантовые технологии включают в себя: технологии квантовых вычислений, коммуникаций, сенсорики
3) В том числе новые коммуникационные интернет-технологии

Рис. 64. Перечень цифровых технологий, определенных Стратегией, СЦТ, кросс-отраслевые цифровые решения

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 № 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.

РАНЖИРОВАНИЕ В РАЗРЕЗЕ СЦТ

Наибольшее применение при реализации проектов получили технологии «Интернета

Рис. 65. Цифровые проекты компаний-членов Ассоциации в разрезе СЦТ

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»
Продвинутое управление турбинами (традиционная генерация и ВИЭ)	Система предиктивной аналитики работы генерирующего оборудования АЭС	ГК «Росатом»
Инфраструктура интеллектуального учета (AMI)	Мобильный оператор цифровых устройств	ООО «Центр 2М»
Интеграция автомобиля в электрическую сеть (V2G)	Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электротранспорта	ПАО «Россети»
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)	ПАО «Россети»
	Интеллектуальный мониторинг силового оборудования (АСМД)	ПАО «Россети»
	Удаленный мониторинг РЗиА	ПАО «Россети»
	Создание CIM-модели	АО «СО ЕЭС»
Предиктивное обслуживание	Система предиктивной аналитики работы генерирующего оборудования АЭС	ГК «Росатом»
	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»

Таблица 10. Проекты в разрезе сквозных цифровых технологий и цифровых решений Стратегии

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 10. Проекты в разрезе сквозных цифровых технологий и цифровых решений Стратегии

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.

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. 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 10. 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.

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 ЕМС 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 ЕМС 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 11. 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 использованием 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».

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

3

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 используется 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 «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.

3.1 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;

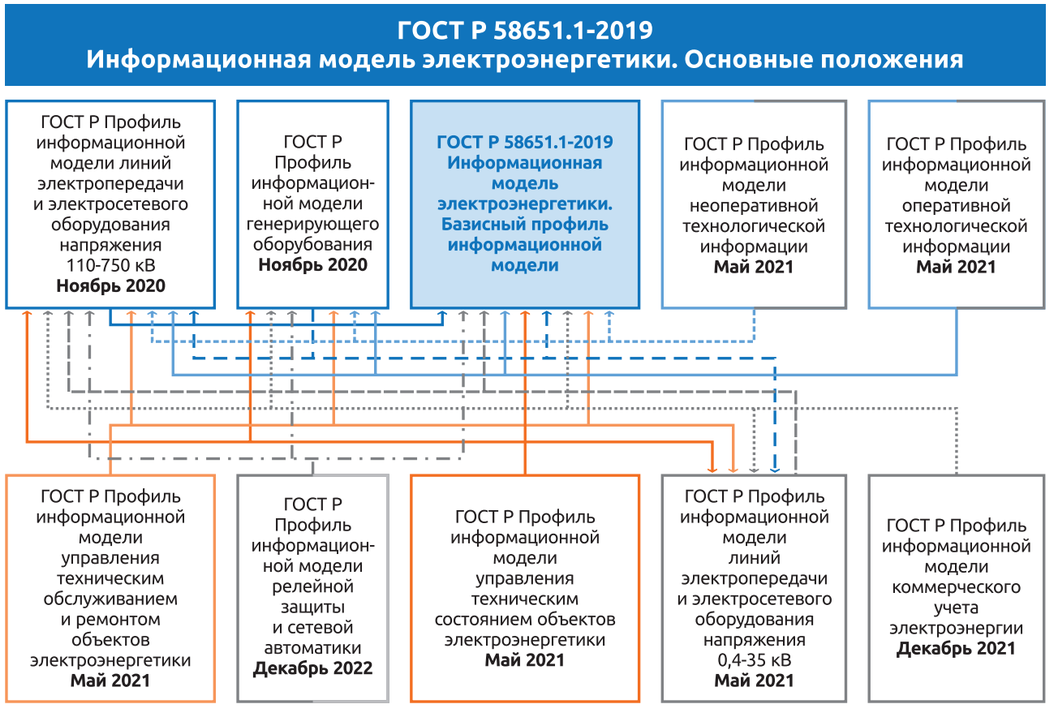


Рис. 66. Система стандартов по информационной модели электроэнергетики

- 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 г., 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 инжи-

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**	**2254**	**1296**

Таблица 12. Количественные характеристики профилей информационной модели

ниринг 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 таблице 12 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.

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.

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

4

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.

4.1 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 проекта 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:

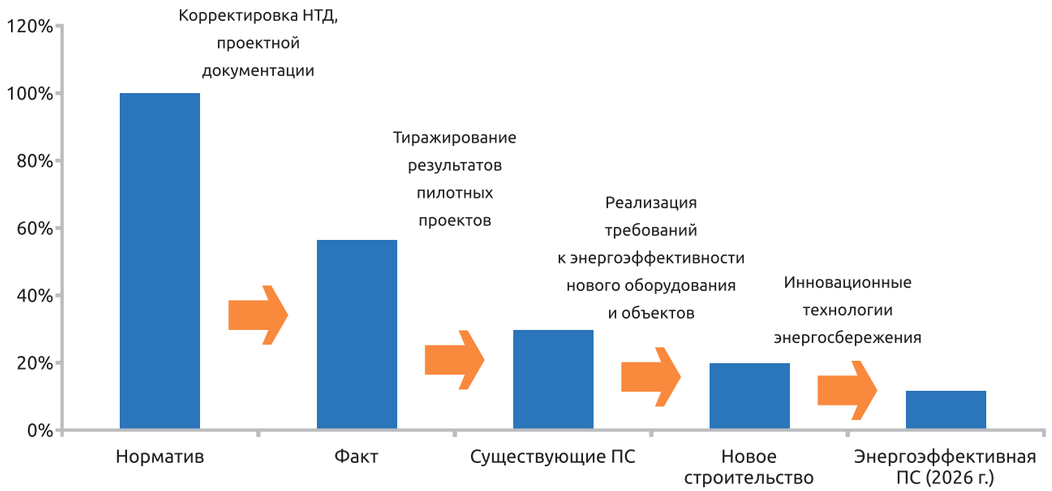


Рис. 67. Стадии повышения энергоэффективности подстанций

Рис. 68. Потенциал энергосбережения подстанций по основным технологиям

- 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 оборудования и ПО.

Для населения – повышение качества обслуживания и поддержание экологии.

Перспективы проекта:

- тиражирование результатов внедрения Россети ФСК ЕЭС на объектах: Россети МРСК, РусГидро, РЖД и других крупных собственниках электросетевых активов;
- 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 67 представлены планируемые показатели повышения эффективности подстанций (ПС).

На рисунке 68 приведен потенциал изменения технических показателей подстанций, для которых применены технологии энергосбережения в рамках проекта «Единая цифровая система энергосбережения».

В рамках проекта «Единая цифровая система энергосбережения» будет создана автоматизированная информационная система обеспечения информационной и аналитической поддержки проведения энергетических

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 потерь. 2. Формирование энергетических паспортов филиалов и Россети ФСК ЕЭС в целом. 3. Формы отчетности в области энергетической эффективности.	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). 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.

Таблица 13. Этапы создания АИС ОИА ПЭО

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 13.

Рис. 69. Пример интеграции BIM-технологии с ЕЦМС

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 69.

4.2 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.

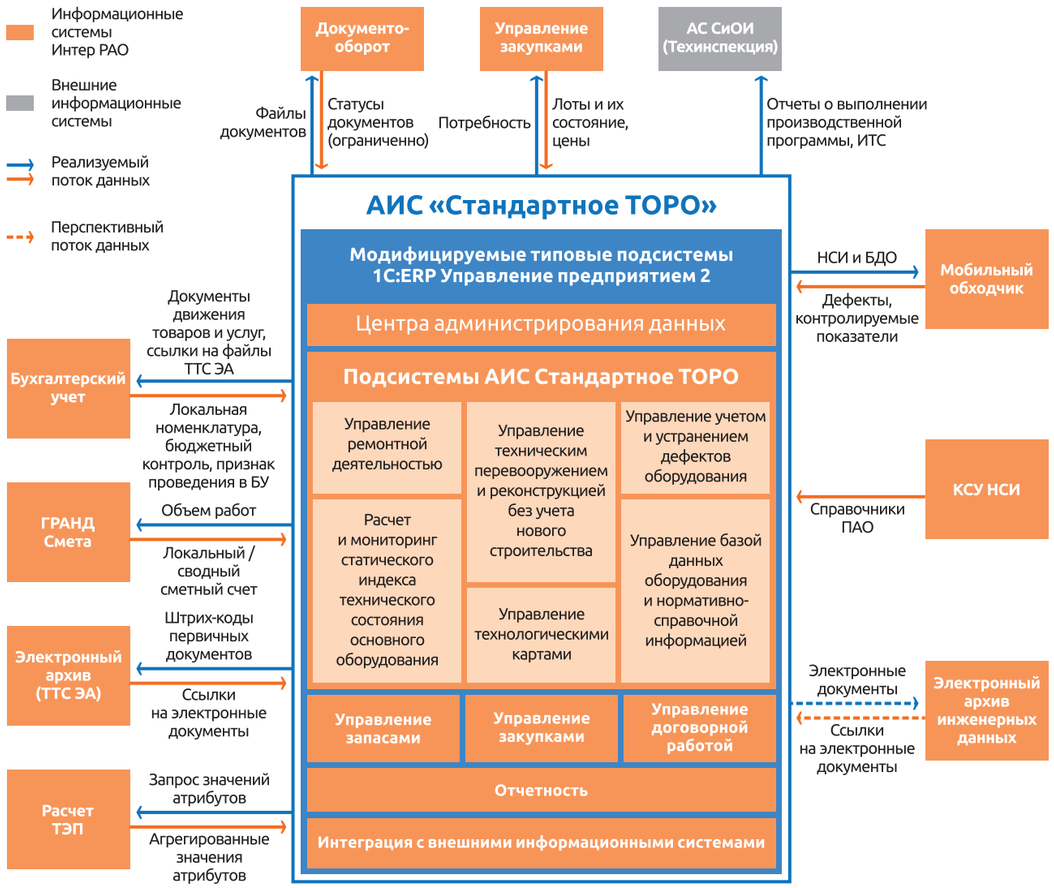


Рис. 70. Архитектура решения «Стандартное ТОРО» на 1С

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).

4.3 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 бо-

Рис. 71. Компоненты АИС Мобильный обходчик

лее 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 71 представлены компоненты автоматизированной информационной системы (АИС) «Мобильный обходчик».

АИС «Мобильный обходчик» позволяет охватывать все этапы процесса обхода и осмотра технологического оборудования, которые представлены на рисунке 72.

Информационные потоки АИС «Мобильный обходчик» обеспечивают бесперебойную работу и резервирование данных, которые представлены на рисунке 73.

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.

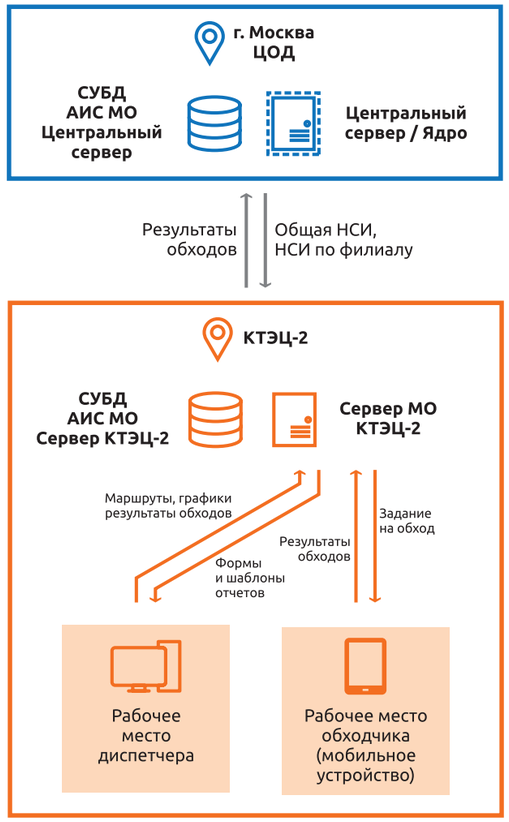


Рис. 73. Схема информационных потоков АИС «Мобильный обходчик»

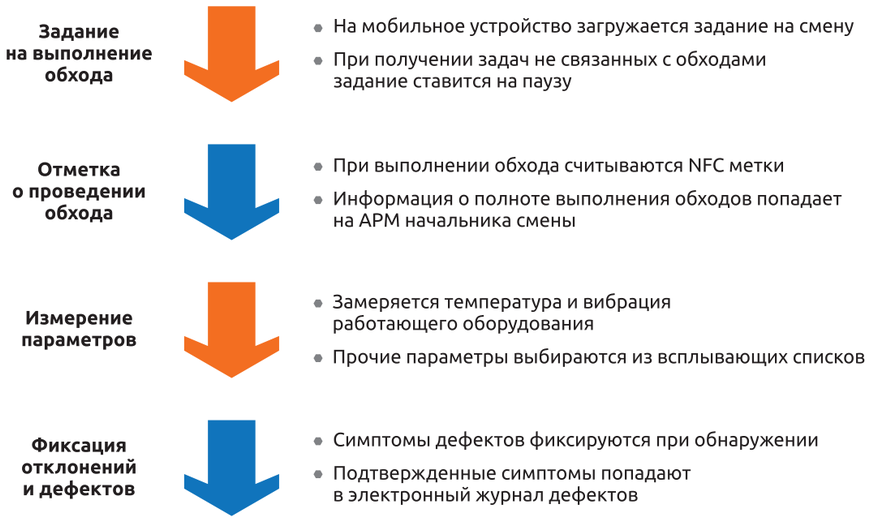


Рис. 72. Описание этапов работы АИС «Мобильный обходчик»

Рис. 74. Примерные показатели работы системы при переходе в промышленную эксплуатацию

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 74.

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.

Рис. 75. Новые возможности АИС «Мобильный обходчик»

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 75.

4.4 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:

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

1083 Бригад в проекте

7146 Зарегистрировано пользователей АСУ МБ

1420 Выдано планшетов

104411 Оформлено дефектов в электронном виде

18078 Оформлено в электронном виде разрешающих документов (нарядов-допусков, распоряжений) на выполнение работ

Рисунок 76. Результаты промышленной эксплуатации в период с мая по сентябрь 2020 г.

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 76 визуально изображены текущие результаты промышленной эксплуатации проекта «Цифровой электромонтер».

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

5

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, 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.

5.1 АО «СО ЕЭС»: АКТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ»

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 не достаточно 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.

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.

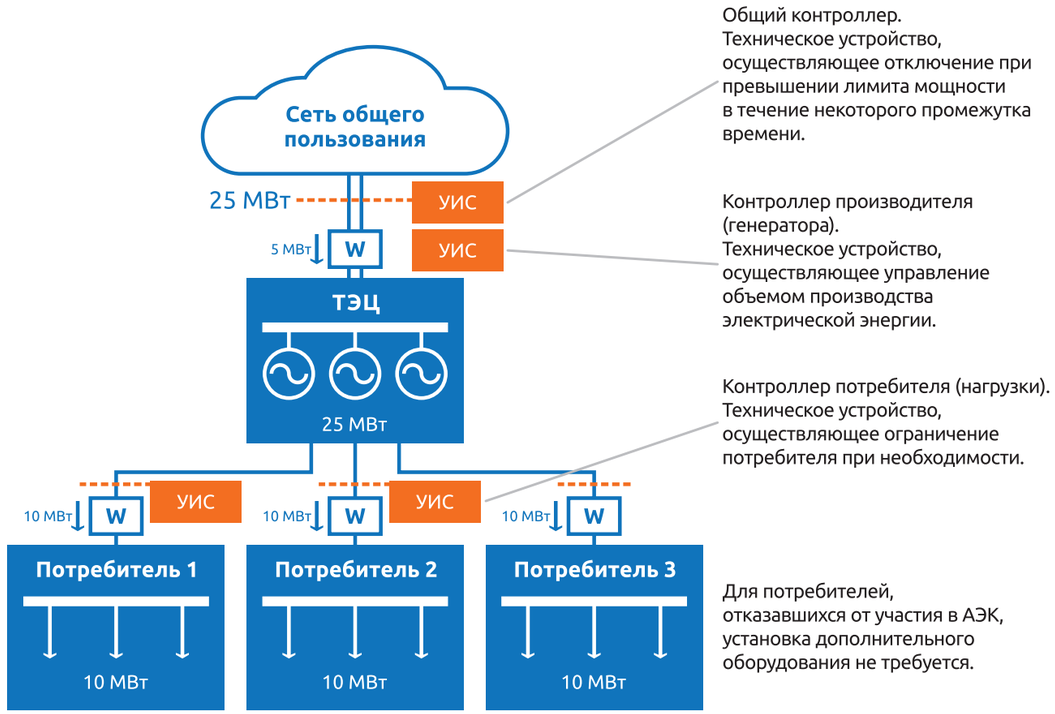


Рис. 77. Принцип работы Управляемого интеллектуального устройства

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.

2. 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 Российской Федерации 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.

5.2 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 78, 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 ГВт к 2035 году. Обширная география участия насчитывает порядка 50 регионов присутствия программы.

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 (Рис. 79). 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 (Рис. 80).

Программа востребована как среди крупных игроков энергетического рынка:

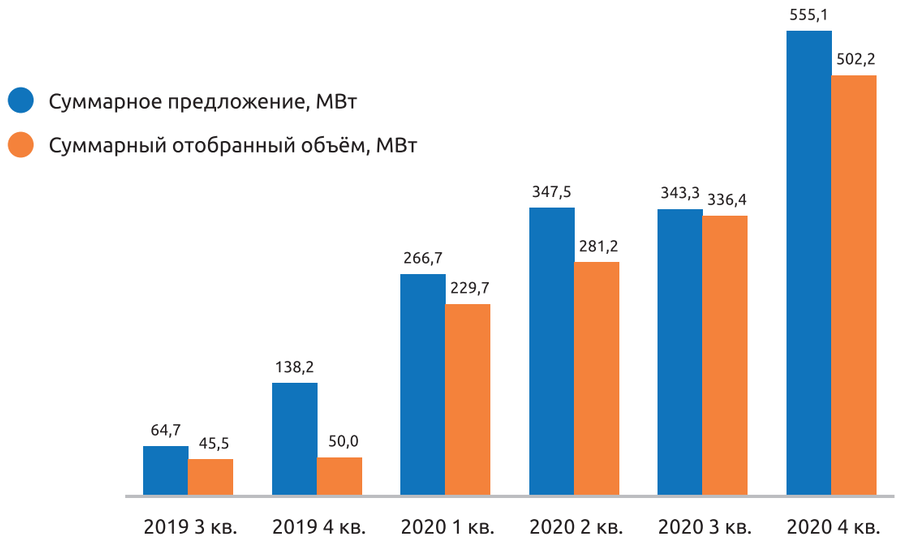


Рис. 78. Динамика объемов управления спросом

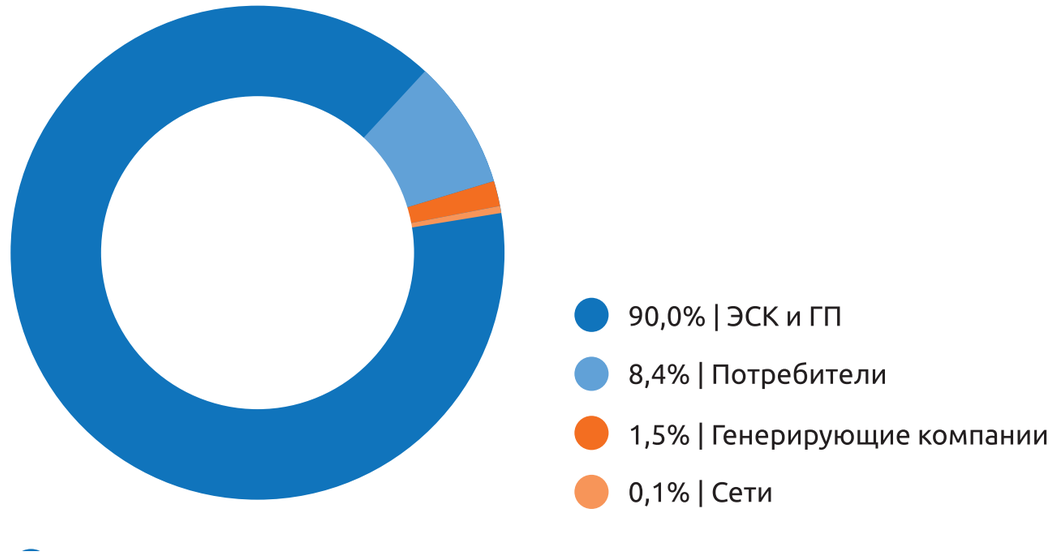


Рис. 79. Структура агрегаторов спроса по отобранному объему

Рис. 80. Структура потребителей по отраслям по отобранному объему оказания услуг в 3 кв. 2020 г., МВт

Госкорпорация 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».

5.3 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 эксплуатации. 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 в таблице № 14.

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 ТПи др. системы	MMS, Report	MMS, Report
Шкафы РЗА и УПАСК	44 + 22	25 + 22
Шкафы АСУ ТП, шкафы наружной установки	27 + 32	

Таблица 14. Типы архитектуры шкафов ЦПС

Рис. 81. Целевая модель комплексов РЗА и АСУ ТП в цифровой энергетике

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.

5.4 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 организации 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;

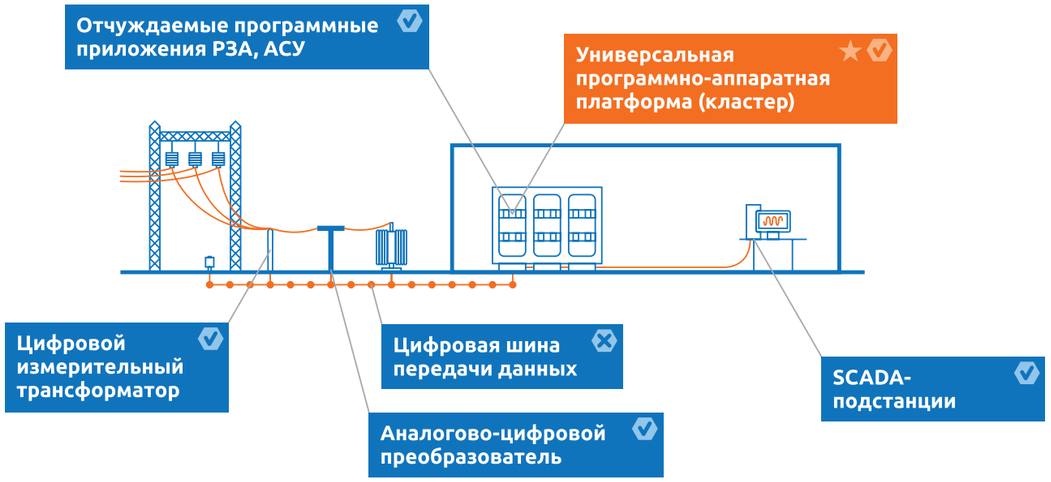


Рис. 82. Платформенная цифровая подстанция

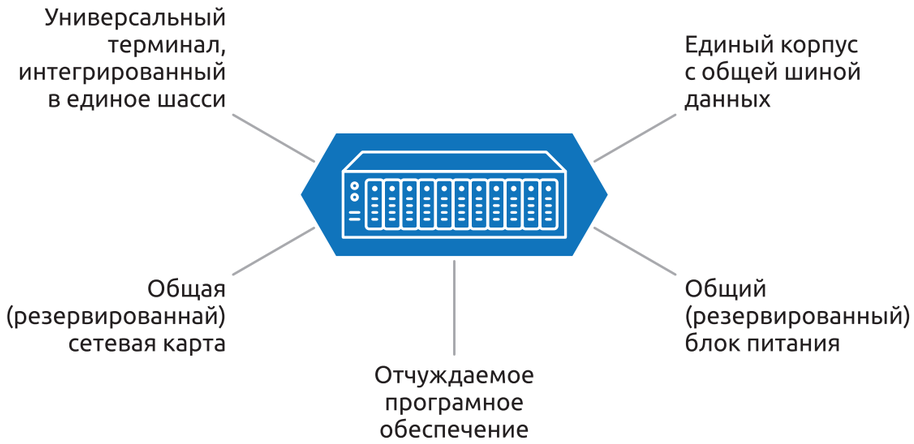


Рис. 83. Принцип устройства универсальной программно-аппаратной платформы («кластер»).

- 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 гг. 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 83.

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.

5.5 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 г. и 61$ в 2030 г.[1].

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 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[2]. 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» запустил 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».

[1] New Energy Outlook, BloombergNEF, 2020.
[2] «Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития». Vygon Consulting, 2020.

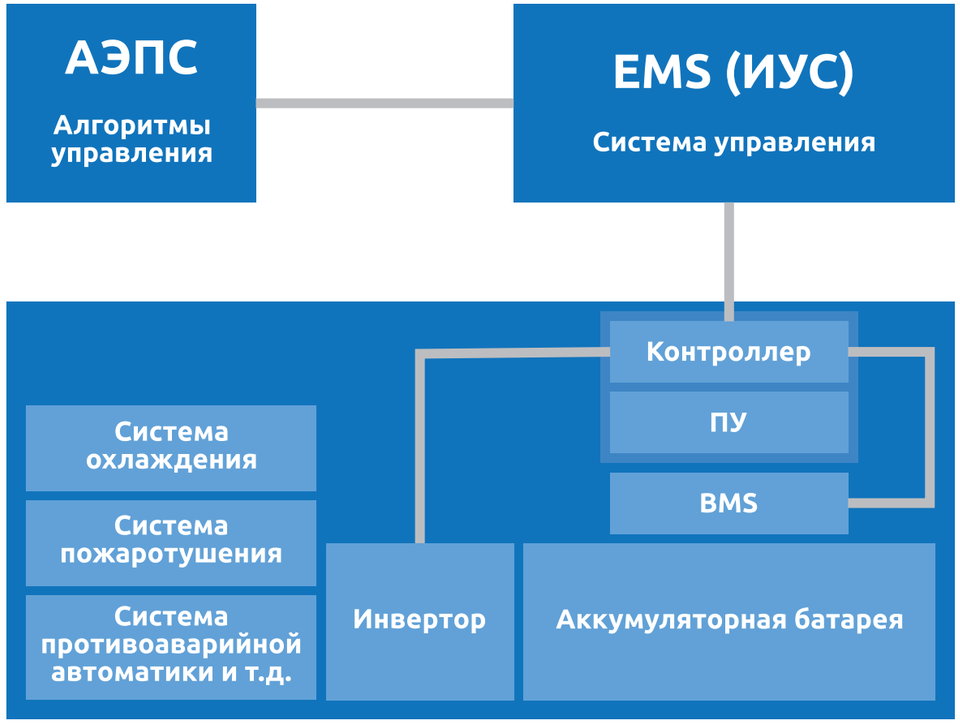


Рис. 84. Структура программно-аппаратного комплекса системы накопления электроэнергии для коммерческой диспетчеризации.

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».

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 84.

Пилотными площадками для реализации проекта стали Московская и Тульская область, суммарные параметры установленных накопителей составили 1 МВт 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

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, оборудование и безопасность 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.

5.6 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.

Актуальность проекта. В соответствии с Энергетической Стратегией Российской Федерации до 2035 года, одной из задач российского энергетического сектора является переход оперативно-диспетчерского управления на 100% 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 электросетевыми и 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;
- исключение участия оперативного персонала электростанций в рутинных операциях приема из Диспетчерских центров и передачи в Автоматизированную систему управления технологическим процессом заданий плановой мощности;
- создание технологических условий для развития рыночных механизмов балансирования внутри часа (сокращение цикла расчета ПБР), что позволяет точнее реагировать на внутричасовые изменения режимов:
  - ✓ нелинейное изменение потребления от часа к часу;
  - ✓ резкопеременную генерацию ВИЭ, доля которой в ЕЭС растет значительными темпами;
  - ✓ изменяющуюся пропускную способность сети.

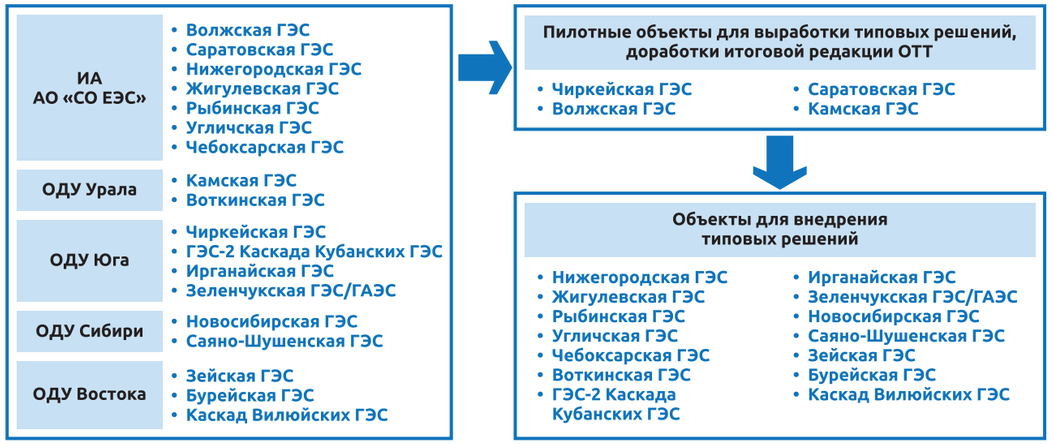


Рис. 85. Совместный проект АО «СО ЕЭС» и ПАО «РусГидро» по дистанционному управлению графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров

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 была выпущена 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»:

- 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»;
- 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 4-х площадках ПАО «РусГидро»: Чиркейская ГЭС, Волжская ГЭС, Саратовская ГЭС, Камская 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 ПАО «РусГидро» и дальнейшее вредрение технологии на ТЭС. Отработанная с ГЭС технология автоматического доведения плановых графиков позволяет использовать ее, также, для любых ТЭС. На рисунке 85 представлены все объекты ПАО «РусГидро», на которые тиражировано данное решение.

Основные эффекты от внедрения проекта.

Для энергосистемы: оперативность восстановления схемно-режимной ситуации и возможность перехода к расчетам и доставке ПБР каждые 5–15 минут.

Для генерации: работа по заданному графику без внеплановых изменений генерации по диспетчерским командам, а в перспективе – финансовое стимулирование участия в автоматическом третичном регулировании.

5.7 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 ПС и оперативного информационного комплекса Диспетчерского центра, 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 оборудования ГЭС. В качестве пилотных площадок для отработки технологии были определены Воткинская ГЭС ПАО «РусГидро», 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 ПС и электростанции продлится до 2035 года.

Цели проекта:

- сокращение времени выполнения переключений в электроустановках при выполнении плановых переключений и при ликвидации аварий в энергосистеме;
- повышение безопасности работ за счет исключения присутствия оперативного персонала подстанций и электростанций на РУ при выполнении переключений.

Задачи проекта:

- сокращение времени переключений в электроустановках при выполнении плановых переключений и ликвидации аварий в энергосистеме;
- повышение безопасности работ за счет исключения присутствия оперативного персонала подстанций и электростанций на РУ при выполнении переключений;
- расширение перечня «необслуживаемых» ПС.

Технологическое решение. Захват возможности дистанционного управления из ОДУ, РДУ, ЦУС или ОП конкретной подстанции осуществляется по принципу «кто первый».

При захвате дистанционного управления одним из центров управления (ОДУ, РДУ, ЦУС, ОП ПС), обработка команд дистанционного управления из других источников в АСУТП ПС блокируется.

На рисунке 86 представлен схематично принцип дистанционного управления из различных источников.

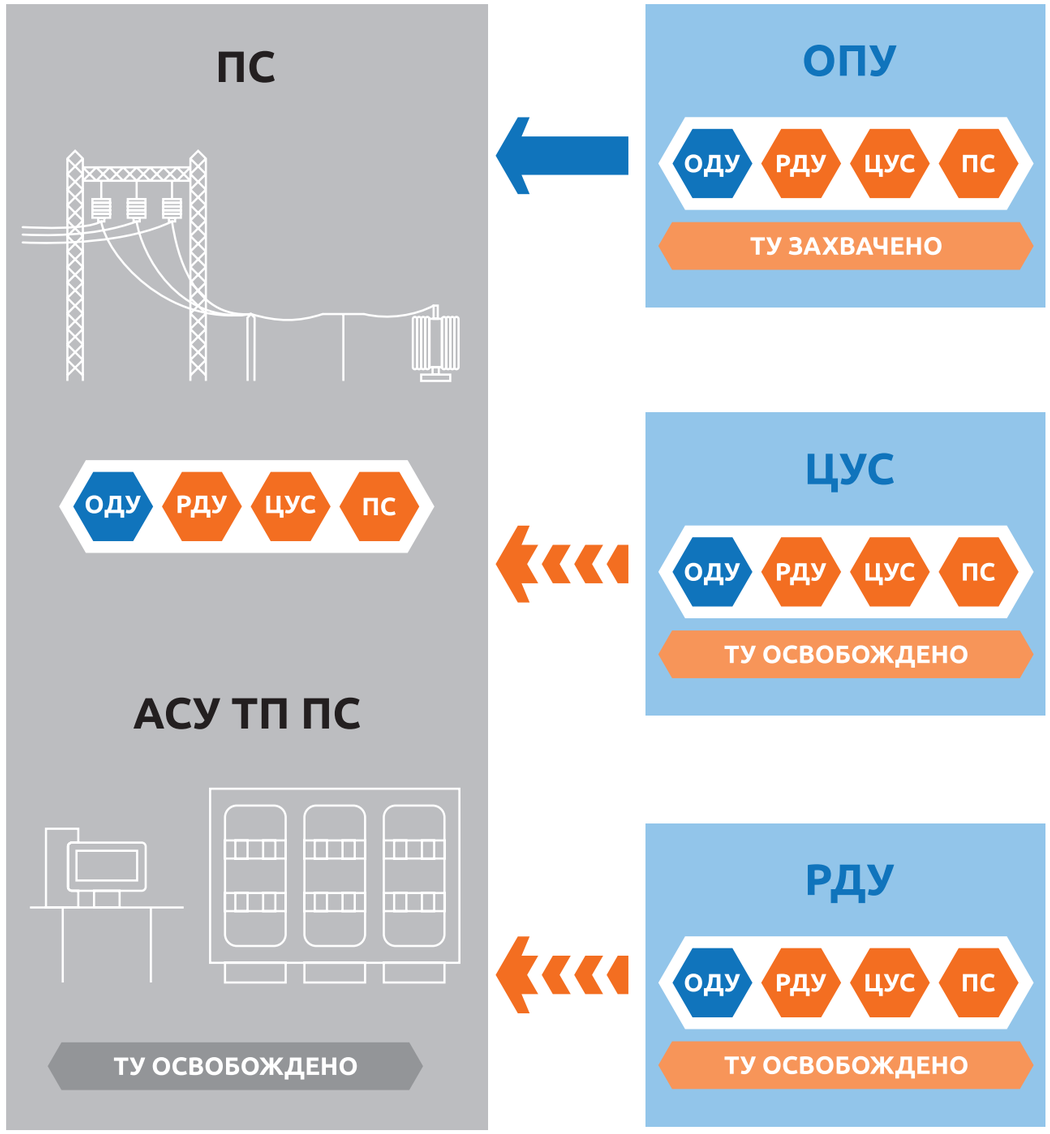


Рис. 86. Принцип дистанционного управления из различных источников

Автоматизированная программа переключений позволяет значительно сократить время выполнения операций. На рисунке 87 представлено сравнение длительности выполнения операций до и после внедрения автоматизированной программы переключений по различным видам оборудования.

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.

Рис. 87. Время выполнения операций переключения по различным видам оборудования и ЛЭП

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

6

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.

6.1 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 88 представлена Структурная схема комплексной АСМД энергообъектов «Московского кольца».

Настоящая АСМД позволяет формировать набор данных для:

- оперативной и среднесрочной оценки технического состояния основного оборудования;
- мониторинга технического состояния (узлов) оборудования с трансляцией данных на уровни управления Общества;
- выполнения статистического и математического анализа (big data).

Проект реализован во исполнение стратегических задач Правительства Российской Федерации, Минэнерго России, ПАО «Россети», направленных на развитие и применение АСМД – повышения эффективности технического обслуживания и эксплуатации энергетического оборудования, развитие автоматизированных систем управления, применение технологий больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников.

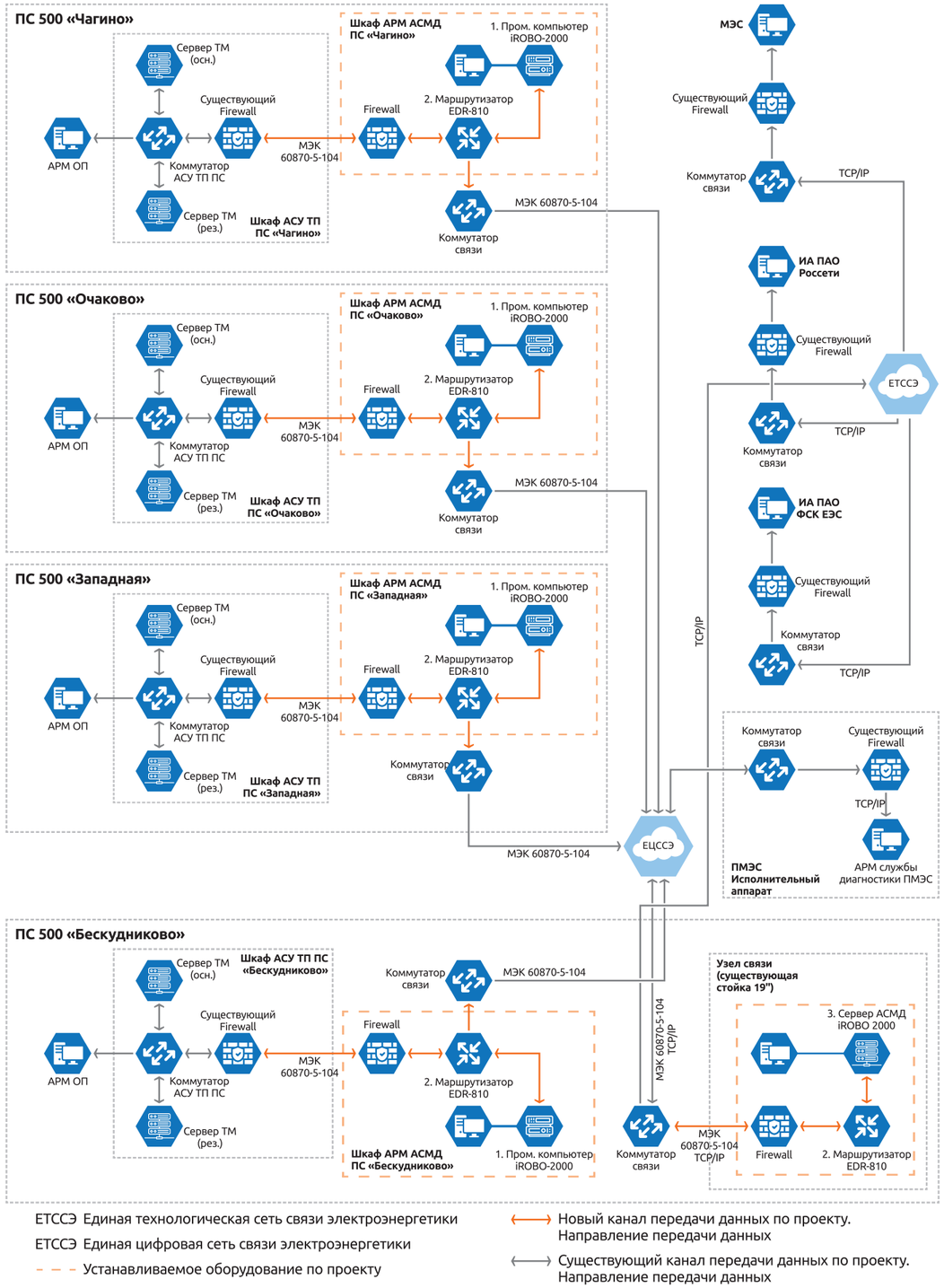


Рисунок 88. Структурная схема комплексной АСМД энергообъектов «Московского кольца»

ИТ-обеспечение:

- Обмен данных с АСУ ТП ПС: прием данных мощности, вывод диагностических сигналов в существующие мнемокадры;
- Интеграция систем мониторинга различного оборудования в единую сеть;
- Трансляция данных АСМД на уровни управления;
- Интерактивный пользовательский интерфейс с переходами по уровням: группа ПС - ПС - оборудование - узел;
- Детальная информация по каждому контролируемому узлу;
- Универсальные конструкторы графиков и отчетов, с сохранением шаблонов;
- Сигнализация светофорного типа при превышении уставок;
- Возможность расширения функционала: интегральная оценка (ИТС), прогнозирование

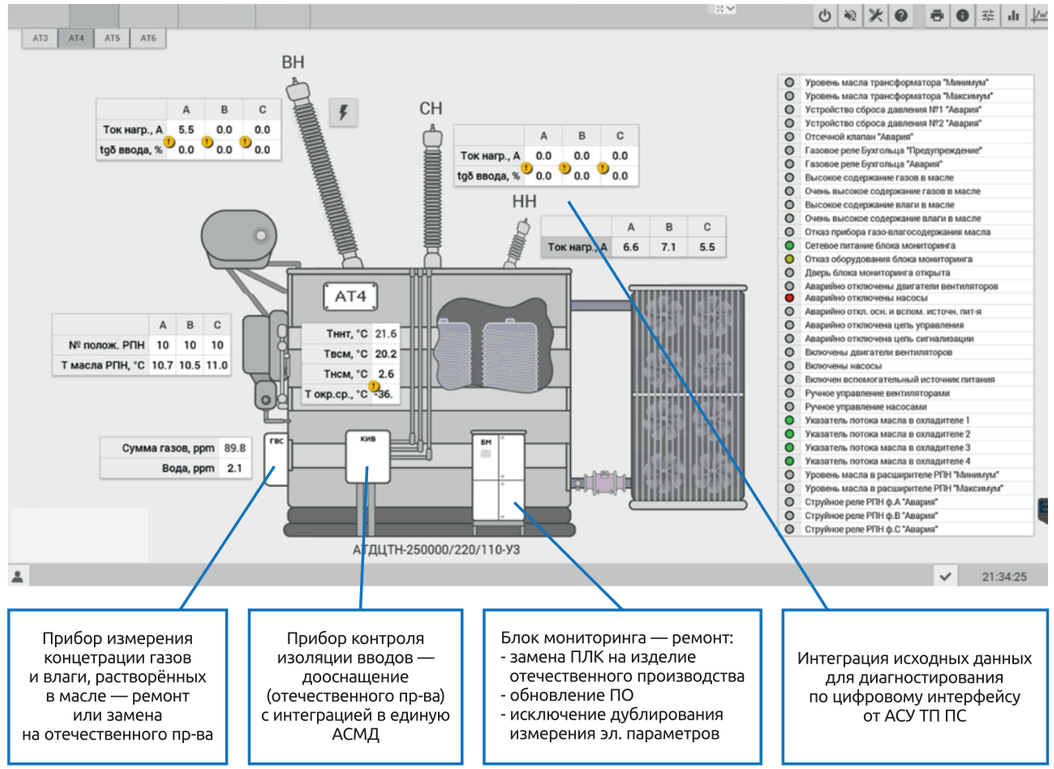


Рис. 89. Оптимизация (замена/модернизация) компонентов АСМД, на объектах Московского кольца

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.

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.

6.2 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.

Рис. 90. Пример работы системы. Расположение камер на оборудовании

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 90, 91).

Рис. 91. Пример работы системы. Контроль автотрансформатора.

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.

Эффекты от внедрения проекта.

Для бизнеса:

1. Снижение эксплуатационных затрат.
2. Улучшение условий труда персонала.
3. Снижение сроков и затрат на устранение технологических нарушений и повышение уровня эксплуатации оборудования за счет выявления дефектов на ранней стадии.
4. 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.

6.3 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)[3]. 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.

[3] 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.

Рис. 92. Целевая структура технологии мониторинга, анализа функционирования РЗА и технического обслуживания по состоянию

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;

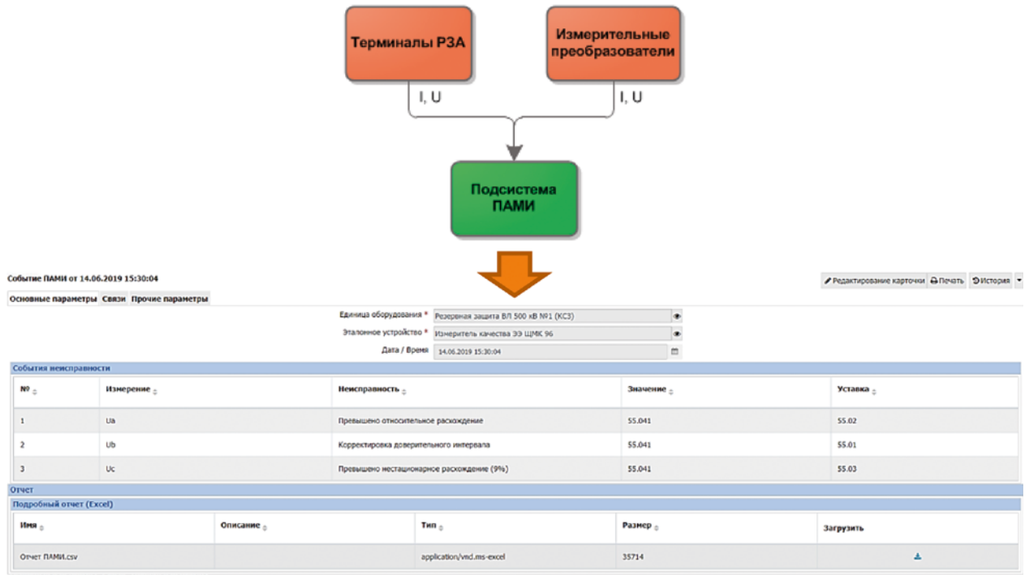


Рис. 93. Подсистема автоматического мониторинга измерений

- 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.

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 руч-

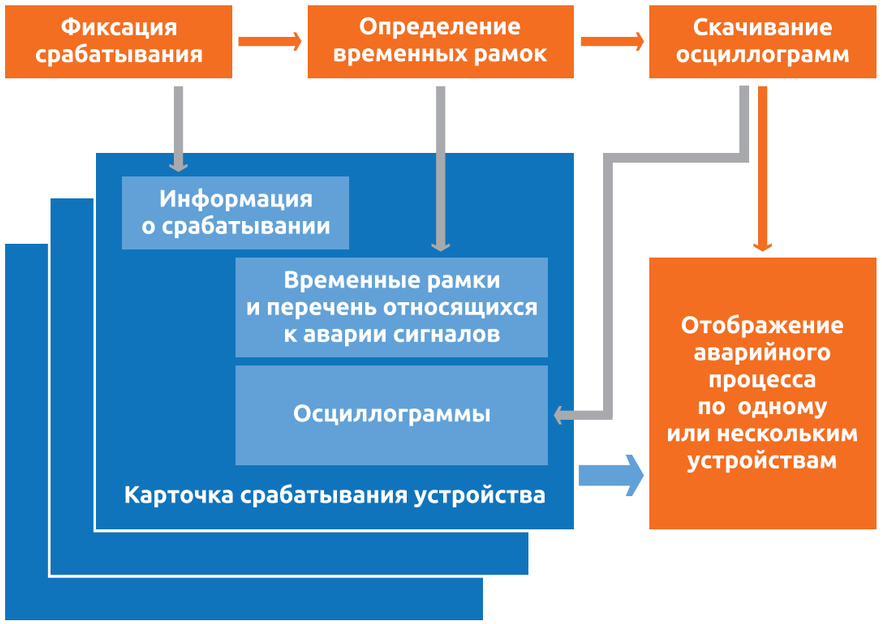


Рис. 94. Сбор информации о срабатываниях устройств РЗА

ного труда и сокращения трудозатрат на сбор и анализ информации при расследовании аварий и аварийных отключений, экономия на 30–40% за счет 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.

6.4 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 обусловлена 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).

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.

Рис. 95. Распознавание параметров работы объектов при помощи нейронной сети

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

7

ПРОЕКТЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗВИТИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ РЫНКА

7.1 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[4]. 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 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.

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

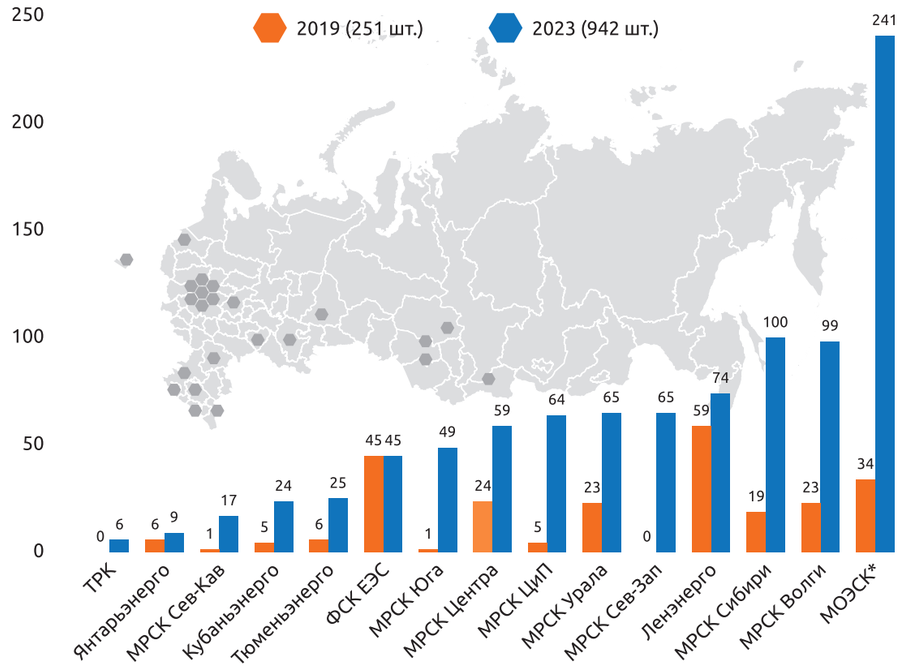


Рис. 96. Планы по развертыванию быстрых и медленных ЭЗС в соответствии с Программой 30/30

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[5], накопители, интеграция в Smart Grid).

Этапы реализации проекта. В 2020 году внедряется платформенное решение (базо-

[5] 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.

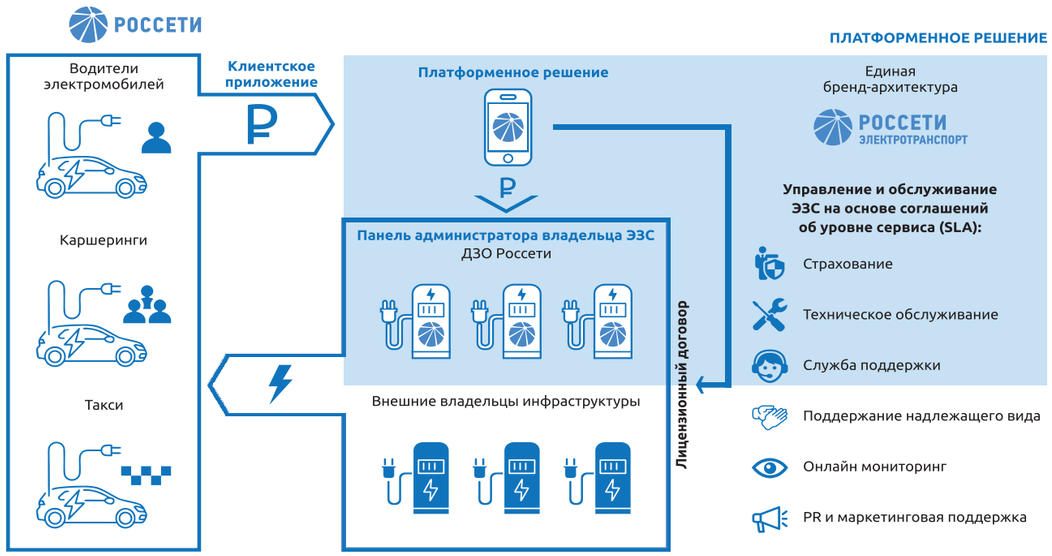


Рис. 97. Архитектура платформенного решения

вая 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 будет 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 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.

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 CO_2.

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.

7.2 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;

№ 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 отчетности	• Бизнес-планы и отчеты: бизнес-план, прогноз об исполнении бизнес-плана, 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

Таблица 15. Примеры автоматизированных направлений в АСУД 2.0

Рис. 98. Типовые стадии жизненного цикла документа в АСУД 2.0

- 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;

Рис. 99. Последовательность миграции компонентов АСУД на импортозамещенную конфигурацию

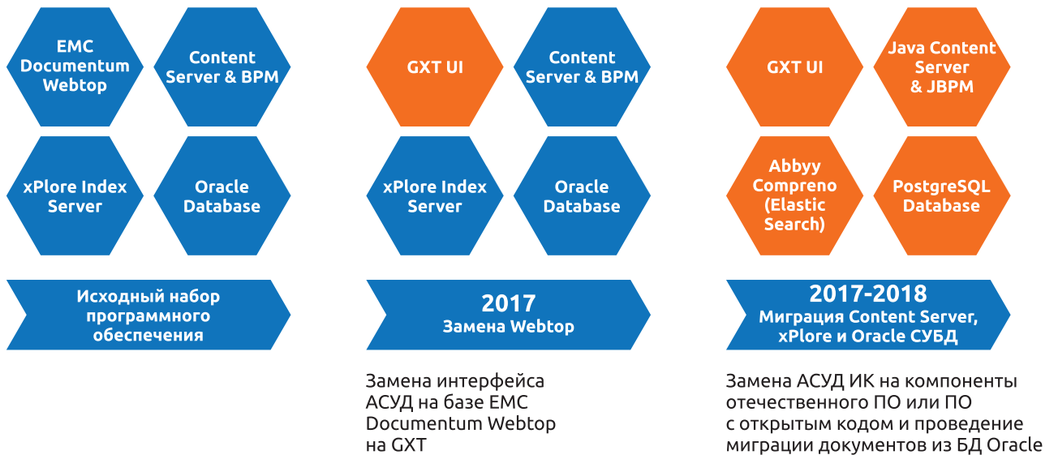


Рис. 100. Цели и направления развития АСУД 2.0

- 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 15 подробнее представлены основные направления автоматизации, выполняемые с помощью 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 99 и 100 представлены направления развития АСУД 2.0 и стадии перехода компонентов системы на российское и открытое программное обеспечение.

В настоящий момент система тиражируется внутри Группы «Интер РАО», подключены около более 8 тысяч пользователей в 41 компании. В таблице 16 представлены ожидаемые эффекты для конечных потребителей системы АСУД 2.0.

№ 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

Таблица 16. Ожидаемые эффекты для потребителей

7.3 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 промышленной 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.

1. Подготовка	2. Реализация	3. Промышленная эксплуатация
Определение целевой аудитории	Определение целевой аудитории	Определение целевой аудитории
Разработка и согласование технического задания	Разработка и согласование технического задания	Разработка и согласование технического задания
Разработка скриптов	Разработка скриптов	Разработка скриптов
Подготовка демонстрационного стенда	Подготовка демонстрационного стенда	Подготовка демонстрационного стенда
Подготовка документации	Подготовка документации	Подготовка документации

Рис. 101. 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.

7.4 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 102.

Система обеспечивает полное радиопокрытие территории Российской Федерации, т. е. доступность услуги связи для каждой SIM-карты

На рисунке 103 представлена схема организации связи единого цифрового оператора ООО «Центр 2М».

Рис. 102. Схема организации цифровой платформы

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.

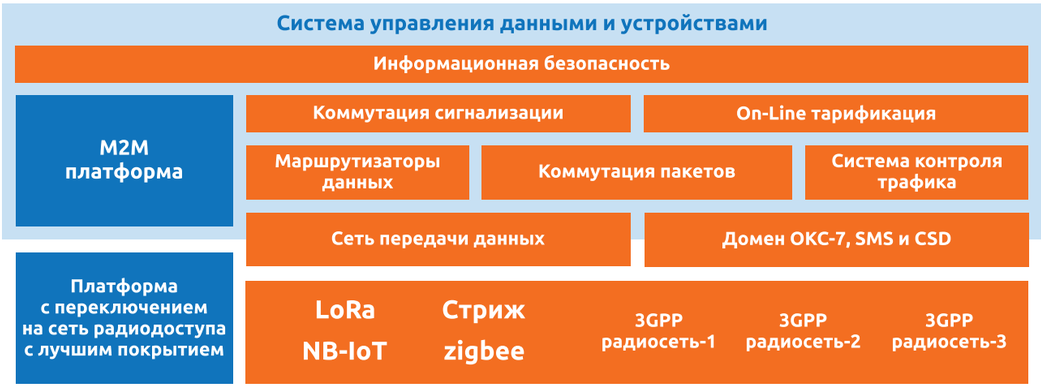


Рис. 103. Схема организации связи единого цифрового оператора

Выражаем огромную благодарность за подготовку настоящего Альманаха всей команде Ассоциации «Цифровая энергетика» — авторскому коллективу:

Ю.А. Холуевой, А.В. Сухову,
И.С. Урванцевой, И.М. Вавиловой,
А.С. Шавкуну, Е.С. Юрищеву
и стажеру М.Т. Басландзе.

ДЛЯ ЗАМЕТОК