



ЦИФРОВАЯ
ЭНЕРГЕТИКА



АЛЬМАНАХ

Ассоциации
«Цифровая энергетика»

2021

Ассоциация цифрового развития отрасли «Цифровая энергетика»

АЛЬМАНАХ
Ассоциации «Цифровая энергетика»
2021

Москва, 2021



СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
Обращение Директора Ассоциации «Цифровая энергетика»	6
1 МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	9
Введение	10
Подходы к формированию разделов.....	10
Подходы к выбору стран	16
Список использованных источников.....	22
1.1 грани цифровой трансформации	23
1.1.1 Методы оценки цифровой зрелости.....	23
1.1.1.1 Что такое цифровая зрелость и зачем необходимо ее оценивать?.....	23
1.1.1.2 Модели оценки цифровой зрелости	26
1.1.1.3 Выводы	44
Список использованных источников.....	45
1.1.2 Изменения на рынке труда под влиянием цифровой трансформации ..	48
1.1.2.1 Введение.....	48
1.1.2.2 Вероятность сокращения рабочих мест.....	50
1.1.2.3 Поляризация рынка труда	55
1.1.2.4 Новые формы занятости.....	59
1.1.2.5 Социальное обеспечение и защита	62
1.1.2.6 Выводы	63
Список использованных источников.....	67
1.1.3 Образование в эпоху цифровой трансформации	68
1.1.3.1 Развитие цифровых компетенций	68



1.1.3.2 Программы цифровой трансформации в вузах.....	73
1.1.3.3 Дополнительное профессиональное образование и оценка индивидуальной цифровой зрелости	80
1.1.3.4 Оценка уровня цифровых компетенций в компаниях	84
1.1.4 Подходы к коллективному обеспечению кибербезопасности в энергетике	90
1.1.4.1 Группа экстренного реагирования на инциденты компьютерной безопасности.....	90
1.1.4.2 Управление кибербезопасности, энергобезопасности и экстренного реагирования США	94
1.1.4.3 Система подготовки CESER в области кибербезопасности.....	95
1.1.4.4 Программа тестирования на кибербезопасность систем промышленного управления.....	98
1.1.4.5 Кибербезопасность в странах Европейского Союза	99
1.1.4.6 Инициативы Евросоюза в области кибербезопасности в энергетике	104
1.1.4.7 Центры обмена информацией и ее анализа (ISAC).....	105
1.1.4.8 Инициативы ЕС по обмену информацией в области кибербезопасности	107
1.1.4.9 Инициативы по обмену информацией в области кибербезопасности, характерные для подсектора электроэнергетики..	110
1.1.4.10 Выводы.....	111
Список использованных источников.....	113
1.2 Мировой опыт цифровой трансформации электроэнергетики в США, Японии и Объединенных Арабских Эмиратах	116
1.2.1 Опыт цифровой трансформации в США	116



1.2.1.1 Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики США.....	116
1.2.1.2 Основные направления государственной политики США в области электроэнергетики	122
1.2.1.3 Государство и цифровая трансформация электроэнергетики	125
1.2.1.4 Государственные механизмы финансирования инноваций	130
1.2.1.5 Инновации и новые бизнес-модели	133
Список использованных источников.....	147
1.2.2 Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Японии	149
1.2.2.1 Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики в Японии	149
1.2.2.2 Основные направления цифровизации электроэнергетики	152
1.2.2.3 Планы по цифровизации общества и индустрии.....	156
Список использованных источников.....	165
1.2.3 Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Объединенных Арабских Эмиратах.....	168
1.2.3.1 Текущее состояние и основные направления развития электроэнергетики ОАЭ	168
1.2.3.2 Основные направления цифровизации электроэнергетики	170
Список использованных источников.....	180
1.2.4. Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Гонконге	182



1.2.4.1 Текущее состояние и направления развития электроэнергетики.....	182
1.2.4.2 Инновации и цифровизация электроэнергетического сектора.....	184
Список использованных источников.....	203
1.2.5 Выводы.....	205



ОБРАЩЕНИЕ ДИРЕКТОРА АССОЦИАЦИИ «ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Роль бизнеса в цифровой трансформации отрасли ТЭК

Сегодня становится понятно, что цифровая трансформация — это не просто глобальный тренд, а непереносимое 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, занимать 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 неперIODический 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

**Международный
опыт
цифровой
трансформации
за 2020 год**





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.

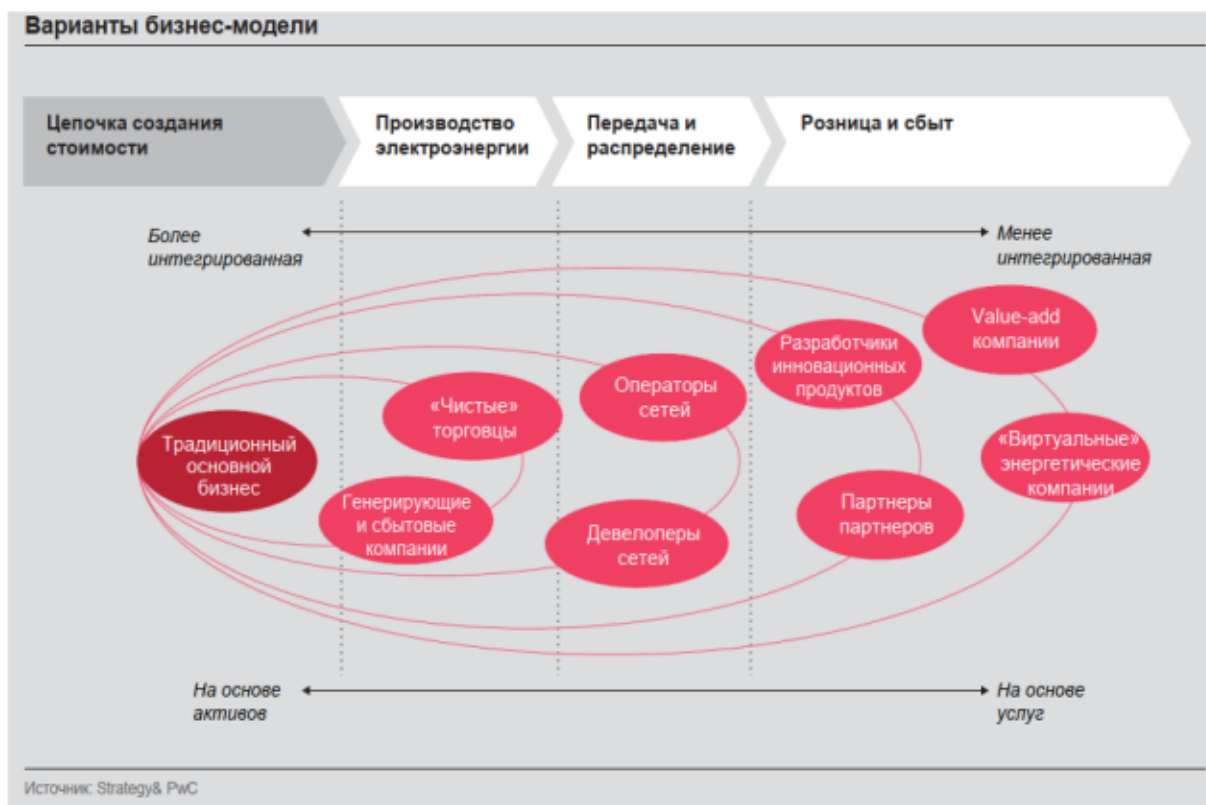


Рис. 1. Новые бизнес-модели в электроэнергетике [4]



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 электроэнергией, 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 третьей 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? Инвестируют 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, сотрудничество между университетами и бизнесом) и в) выход к потребителю (новые цифровые масштабируемые продукты и услуги)?

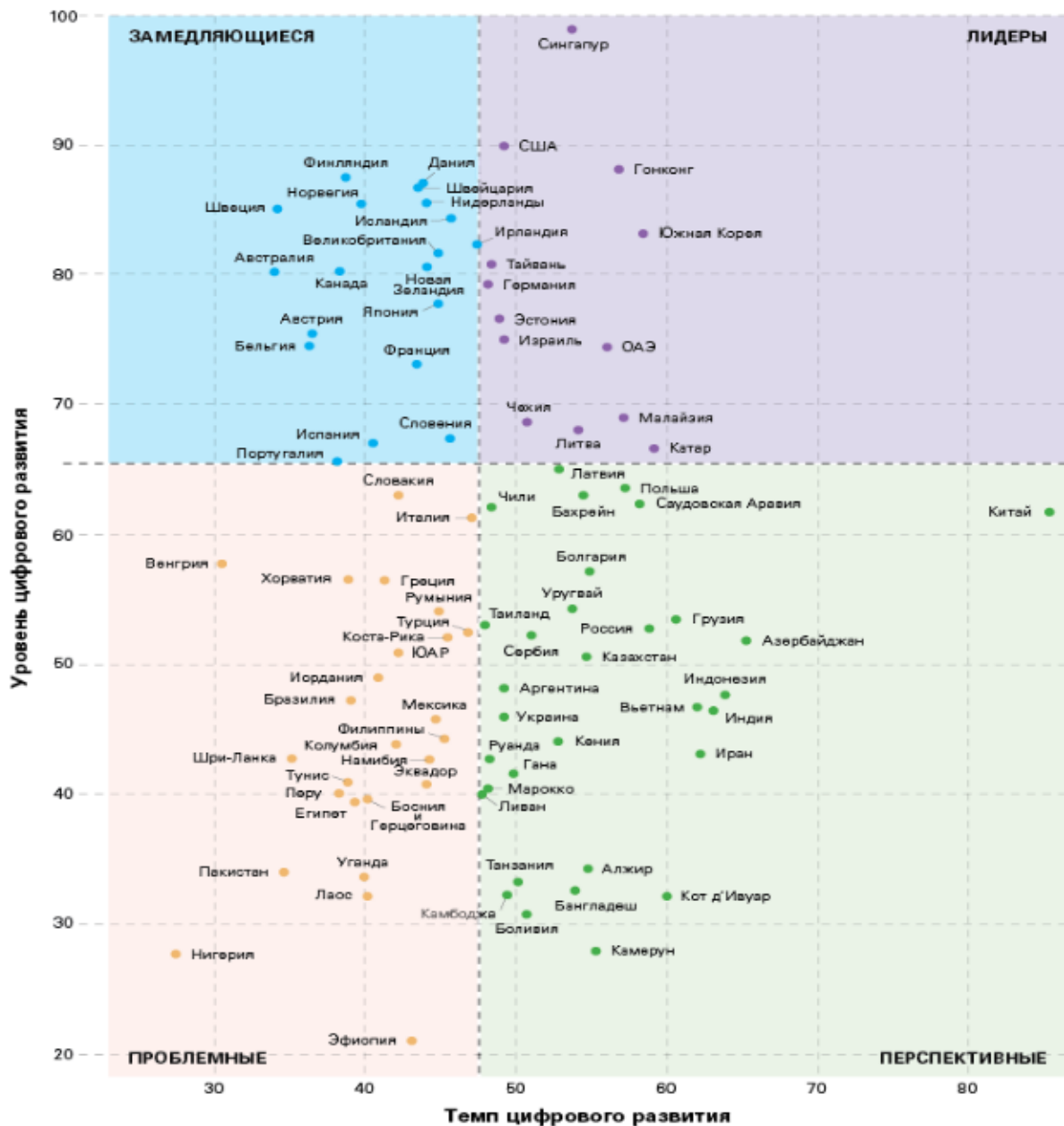


Рис. 2. Цифровая эволюция: состояние и скорость [5]



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 зрелостью. 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.

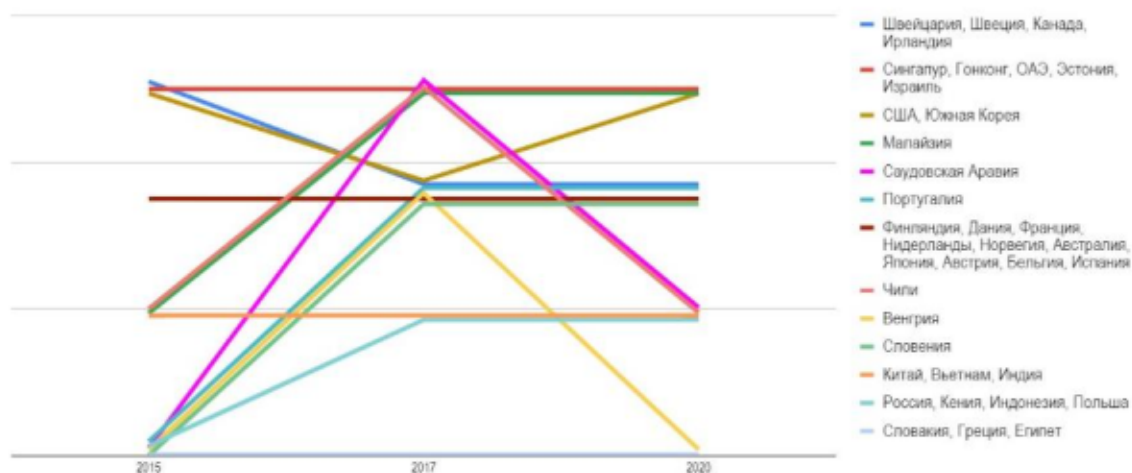


Рис. 3. Цифровая эволюция: взлеты и падения

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), но обе страны вновь вырвались вперед в 2020-м. 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 (с 2017 по 2020).

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.



1.1 ГРАНИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

1.1.1 Методы оценки цифровой зрелости

1.1.1.1 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.



1.1.1.2 Модели оценки цифровой зрелости

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

В рамках каждого направления происходит дальнейшая декомпозиция, что показано на рис. 1. 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.

1.1.1.2.2 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. 2 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), который отражает уровень цифровизации компании и определяет базис для цифровой трансформации отрасли.



Рис. 2. Составляющие модели оценки цифровой зрелости (готовности), разработанной компанией EY [15]

В состав модели входит опросник, включающий более 170 вопросов, а также закрытая методика расчета индекса цифровой готовности. На рис. 3 показаны основные направления анализа в рамках модели.

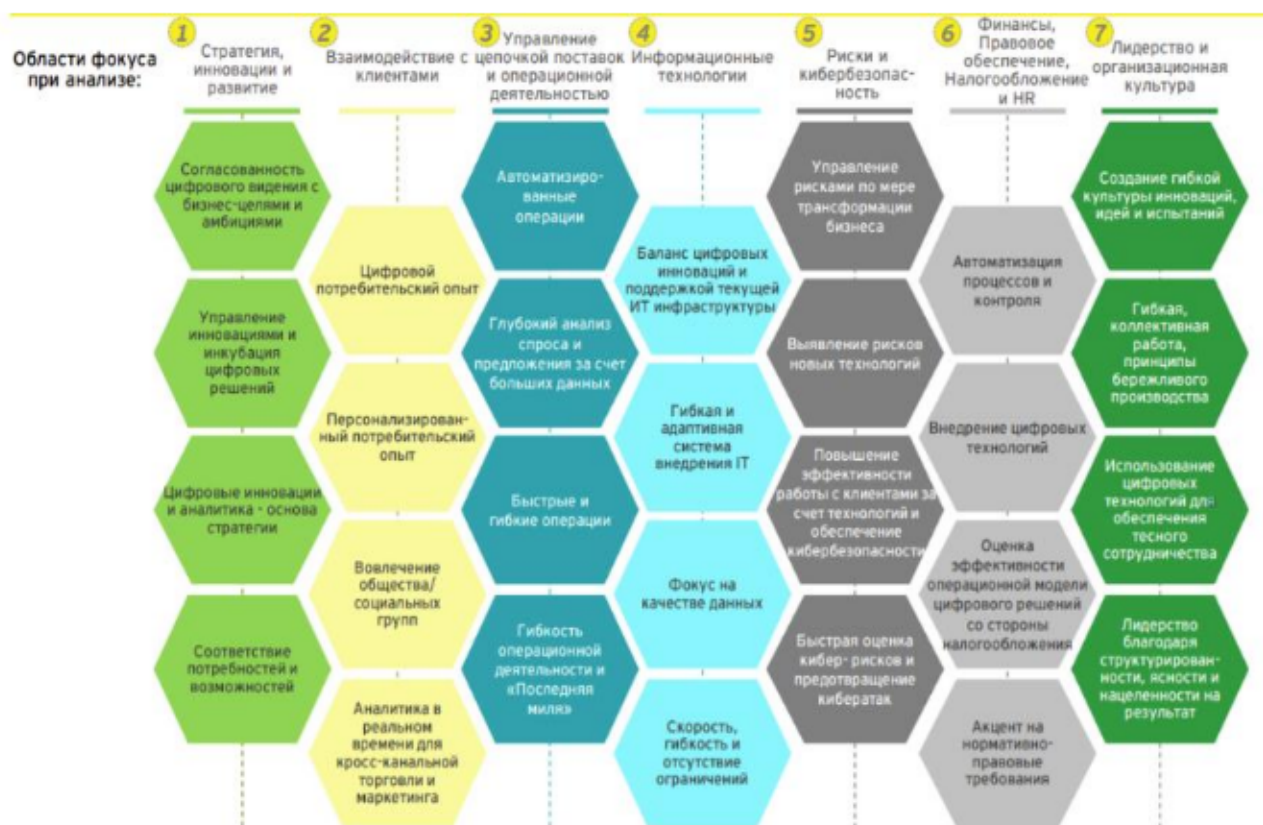


Рис. 3. Направления анализа цифровой готовности в рамках модели EY [15]

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 3900 компаний 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. 4 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.

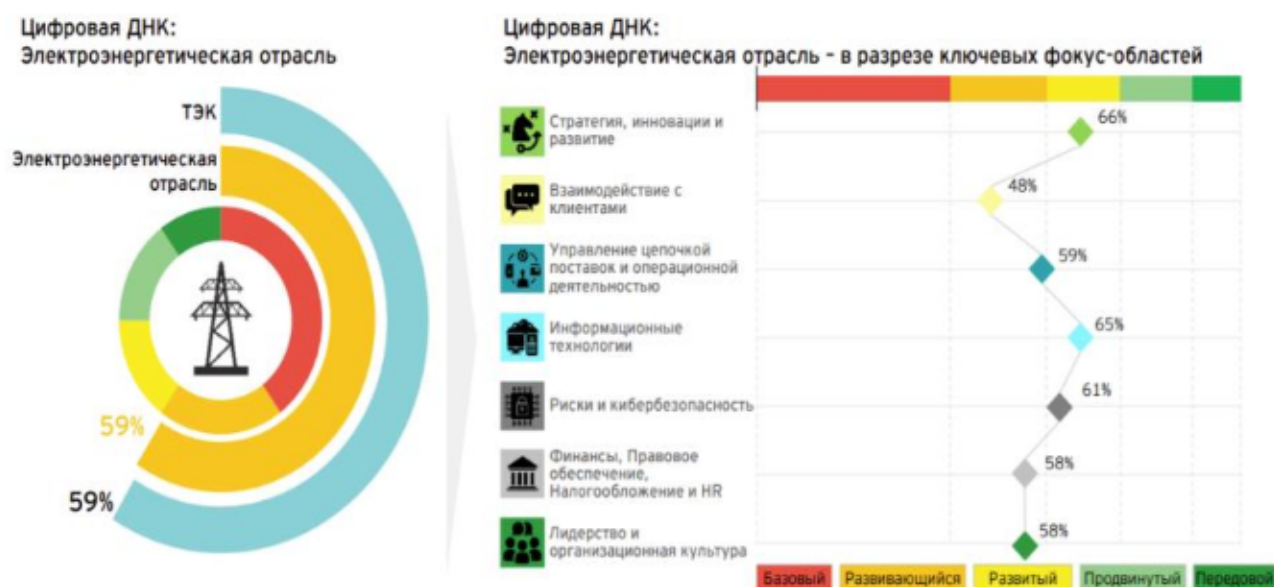


Рис. 4. Индекс цифровой готовности электроэнергетики России, определенный с помощью модели EY [15]

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

1.1.1.2.3 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.

Таблица 1

Опросник KPMG для оценки цифровой зрелости [16]

<p>1. Целостное видение и стратегия</p> <p>1.1 Высшее руководство изложило цели и задачи цифровой трансформации бизнеса, в том числе цели на текущий год?</p> <p>1.2 Существует ли в компании корпоративная стратегия цифровой трансформации, направленная на решение проблем, связанных с улучшением взаимодействия с клиентами, работниками и партнерами?</p> <p>1.3 Высшее руководство понимает опасность цифровых нарушений и придерживается разработанной стратегии цифровой трансформации?</p> <p>1.4 Предоставляется ли сотрудникам богатый набор цифровых и мобильных технологий для реализации стратегии?</p>
<p>2. Развитие талантов</p> <p>2.1 Насколько активно привлекаются в компанию новые таланты традиционным путем (собеседование) и инновационным (например, хакатоны)?</p> <p>2.2 Насколько программы повышения квалификации согласованы со стратегией цифровой трансформации?</p> <p>2.3 Поддерживаются ли инициативы сотрудников для развития центров передового опыта?</p> <p>2.4 Привлекаются ли внешние ресурсы для ускорения реализации инициатив цифровой трансформации?</p>
<p>3. Цифровизация процессов</p> <p>3.1 Ориентируются ли на местный опыт при разработке и использовании цифровых решений в компании?</p> <p>3.2 Используются ли методологии гибкой разработки для создания конкурентоспособных продуктов и реагирования на быстро изменяющиеся технологии?</p> <p>3.3 Собираются ли данные (и насколько они адекватны) для оценки эффективности внедрения цифровых решений и бизнес-результатов?</p>



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.?

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. 5.

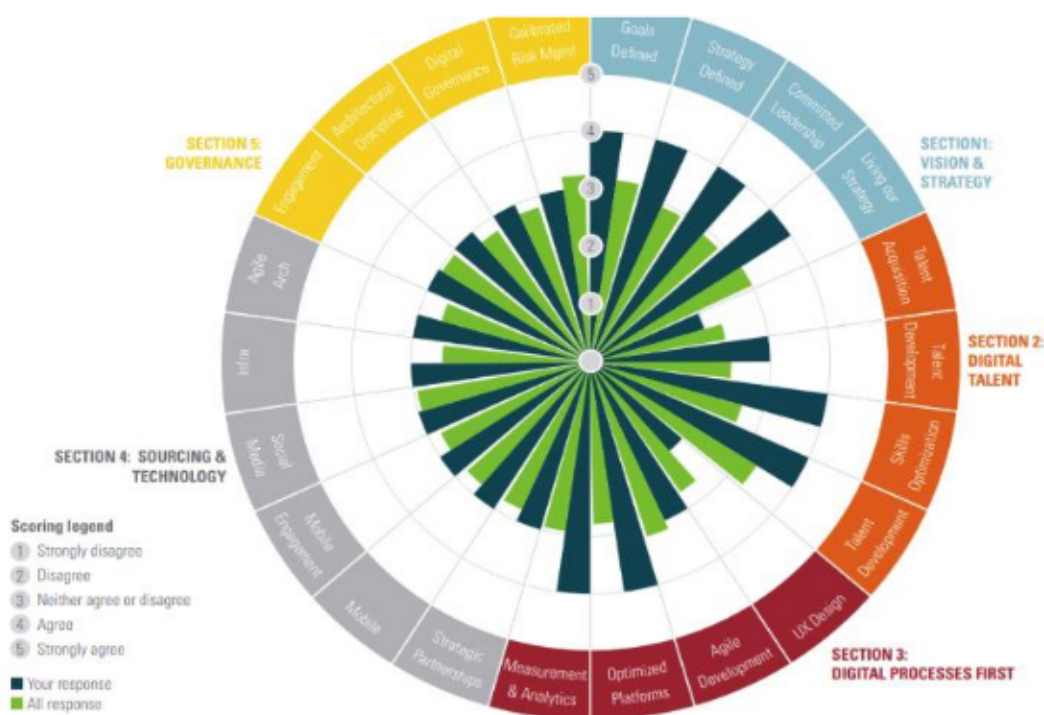


Рис. 5. Пример оценки цифровой зрелости по модели KPMG [16]

1.1.1.2.4 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.



Рис. 6. Матрица оценки цифровой зрелости электроэнергетики России (по материалам Roland Berger) [18]

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) и данные внешнего бенчмаркинга Roland Berger в сравниваемых странах. Пример отдельных вопросов при внутреннем бенчмаркинге показан на рис. 7.

Видение и стратегия цифровой трансформации: тек. состояние по результатам опроса



1) Вопрос: "Согласны ли вы со следующими утверждениями?" (n=54)

Рис. 7. Примеры вопросов при оценке цифровой зрелости компаний отрасли (по материалам Roland Berger) [19]

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.

1.1.1.2.5 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. 8).

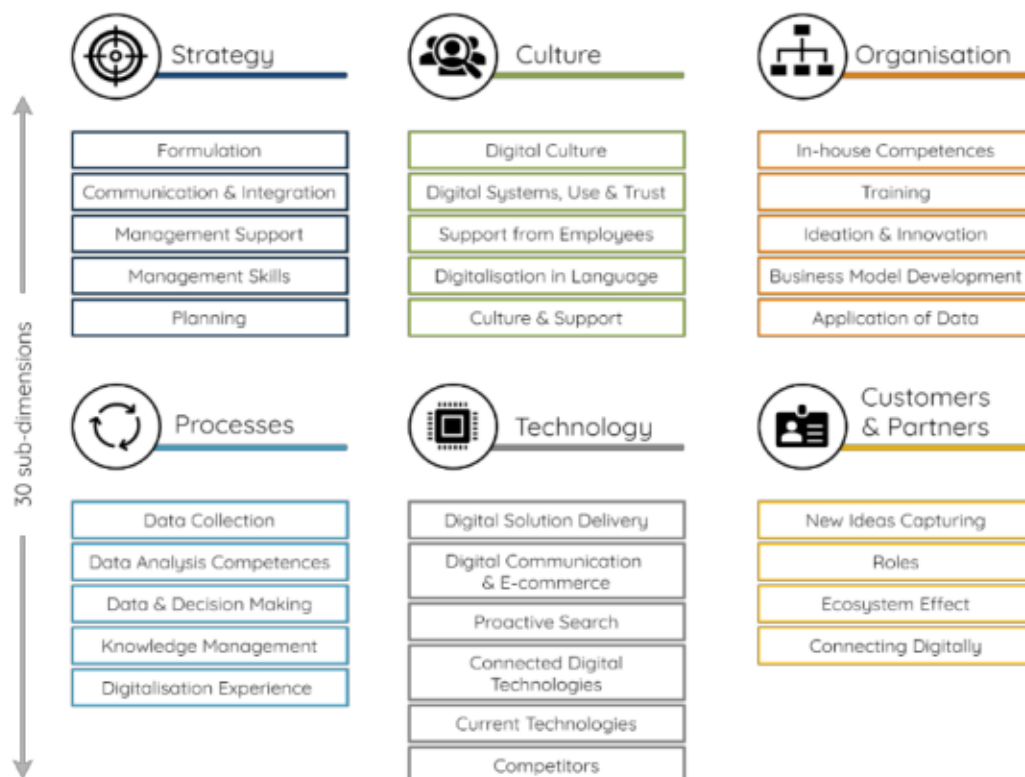


Рис. 8. Измеряемые параметры в рамках DMAT [20]

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

**Основные разделы опросника DMAT**

Раздел	Круг вопросов
Стратегия	<p>Существует ли в организации четкая стратегия цифровой трансформации?</p> <p>Является ли цифровизация основным элементом бизнес-стратегии организации?</p> <p>Обладает ли менеджмент должными компетенциями для проведения цифровизации?</p> <p>Каковы перспективы цифровизации в компании?</p> <p>Насколько стратегия цифровой трансформации донесена до сотрудников?</p>
Культура	<p>Поддерживают ли сотрудники цифровое развитие?</p> <p>Доверяют ли сотрудники данным из цифровых систем организации?</p> <p>Активно ли руководство поддерживает культуру цифрового роста?</p> <p>В какой степени цифровые технологии являются частью корпоративного языка и диалога в организации?</p>
Организация	<p>Каковы текущие возможности цифровизации?</p> <p>Какая ведется деятельность по развитию цифровых инициатив?</p> <p>Обладает ли организация компетенциями по созданию и сбору данных?</p> <p>Получают ли сотрудники необходимую подготовку для использования цифровых систем?</p> <p>Какие действия и идеи для новой цифровой деятельности должны быть инициированы?</p> <p>Разрабатываются ли новые бизнес-области и модели с использованием цифровых данных?</p>
Процессы	<p>Обладает ли организация компетенциями и системами для анализа данных?</p> <p>Обладают ли сотрудники достаточными знаниями о цифровых системах организации?</p> <p>Применяются ли данные в организации структурированным образом?</p> <p>Используются ли цифровые данные сотрудниками и руководством для принятия более обоснованных решений?</p>

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?

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. 9), позволяющую сравнить цифровую зрелость организации со средним уровнем в отрасли.



Рис. 9. Диаграмма оценки цифровой зрелости (DMAT) [20]



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.

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.

1.1.1.2.6 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

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]

компании. На рис. 10 показаны основные направления, по которым проводится оценка компании.

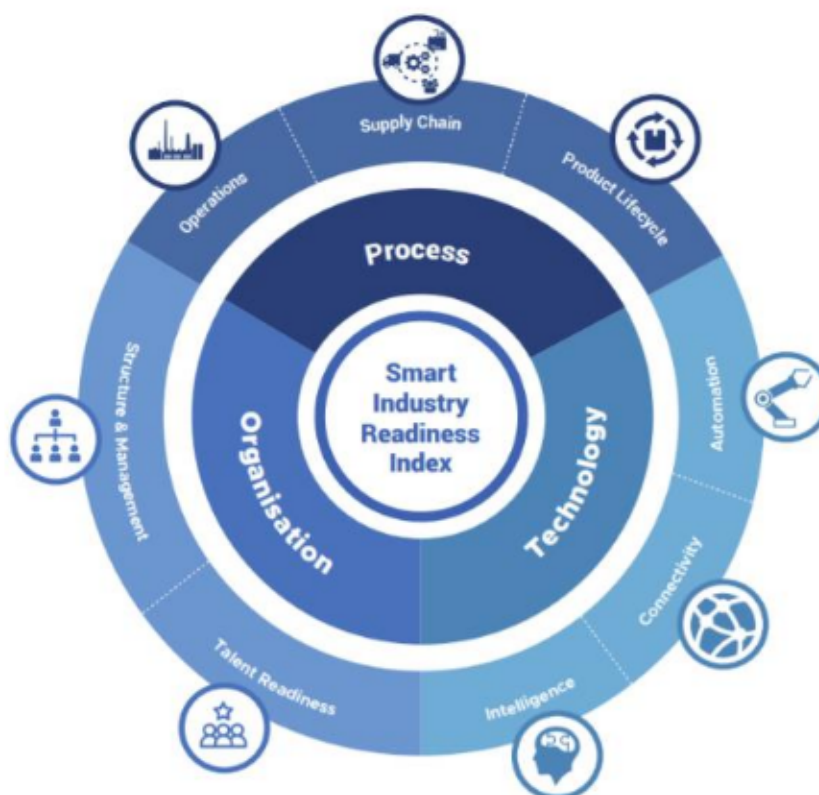


Рис. 10. Направления оценки SIRI [8]

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

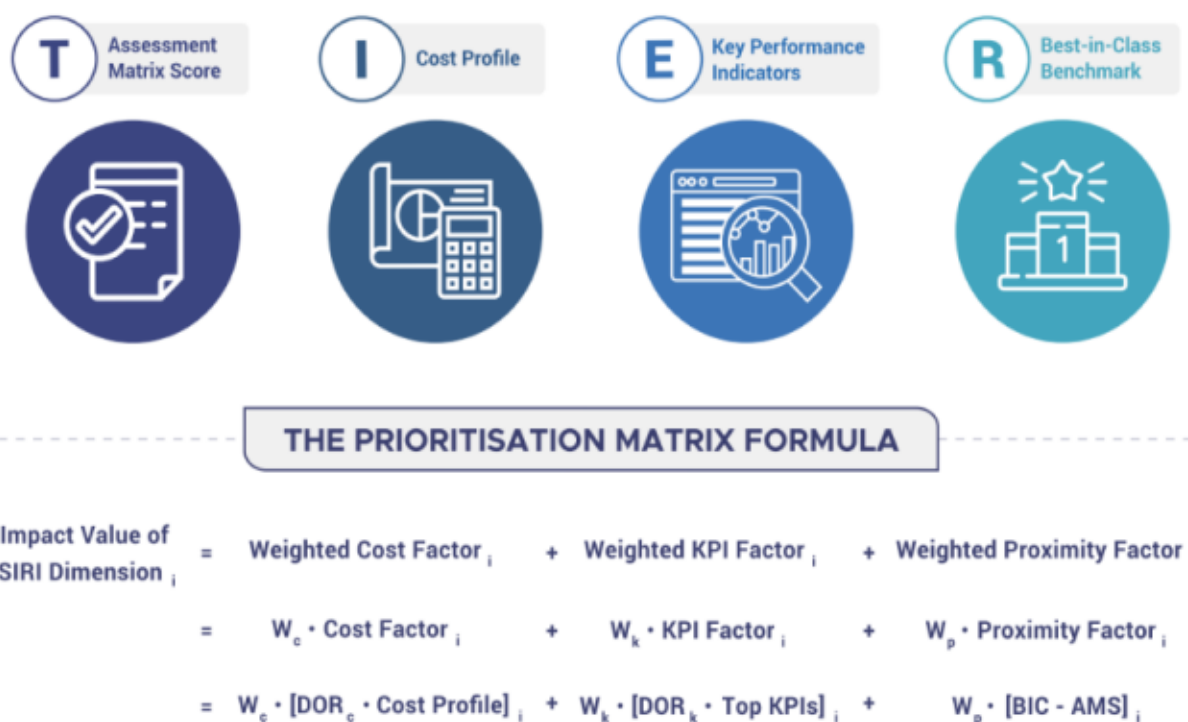


Таблица 3

Матрица оценки зрелости в рамках SIRI

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 динамического взаимодействия.

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 **T**oday's state (текущее состояние), **I**mpact to bottom line (влияние на итоговые результаты), **E**ssential business objectives (основные цели бизнеса), **R**eferences to the broader community (анализ опыта). На рис. 11 приведена формула, позволяющая определить приоритет каждого из направлений оценки SIRI.



W — весовые коэффициенты, DOR_c — уровень значимости затрат, DOR_k — уровень значимости KPI, Cost Profile — разбивка затрат компании по отношению к выручке, Top KPI's — приоритетные ключевые показатели эффективности компании, BIC — показатель лучших компаний в отрасли, AMS — оценка по матрице SIRI

Рис. 11. Определение приоритетов цифровой трансформации [21]

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. На рис. 12 приведен пример расчета для абстрактной производственной компании.



Company A's Inputs						
Assessment Matrix Score		Cost Categories as a Percentage of Annual Revenue			Top KPI Categories (Select 5)	
Vertical Integration	1	Aftermarket Services / Warranty	0%	Asset & Equipment Efficiency		
Horizontal Integration	1	Depreciation	3%	Workforce Efficiency		X
Integrated Product Lifecycle	2	Labour	24%	Utilities Efficiency		
Shop Floor Automation	1	Maintenance & Repair	1%	Inventory Efficiency		X
Enterprise Automation	1	Raw Materials & Consumables	38%	Materials Efficiency		
Facility Automation	0	Rental & Operating Lease	0%	Process Quality		X
Shop Floor Connectivity	0	Research & Development (R&D)	5%	Product Quality		
Enterprise Connectivity	2	Selling, General & Administrative Expense ("SG&A")	17%	Safety		
Facility Connectivity	0	Transportation & Distribution	3%	Security		
Shop Floor Intelligence	1	Utilities	5%	Planning & Scheduling Effectiveness		X
Enterprise Intelligence	2	Planning Horizon (Select 1)		Production Flexibility		
Facility Intelligence	0	Strategic	X	Workforce Flexibility		X
Workforce Learning & Development	2	Tactical		Time to Market		
Leadership Competency	1	Operational		Time to Delivery		
Inter- & Intra-Company Collaboration	2					
Strategy & Governance	1					
Industry Best-in-Class Benchmark (Select 1)						
Aerospace	Automotive	Electronics	Energy & Chemicals (Downstream)	Food & Beverage	General Manufacturing	Logistics
Oil & Gas (Upstream)	Machinery & Equipment	Medical Technology	Pharmaceuticals	Precision Parts	Semiconductors	Textile, Clothing, Leather & Footwear

Рис. 12. Приоритизация направлений цифровой трансформации [21]

В результате расчета по формуле (см. рис. 11) 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».



1.1.1.3 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 Sciences. 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/Technology-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. Международный 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.



1.1.2 Изменения на рынке труда под влиянием цифровой трансформации

1.1.2.1 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. Автоматизация² 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 требованию³, гиг-экономики⁴ (фриланс, проектная работа), платформенной экономики⁵ открыло работникам совершенно новые возможности трудоустройства. В 2020 г. пандемия COVID-19 на практике показала гигантские перспективы для дистанционной и проектной работы. 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.

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.](#)]



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.

1.1.2.2 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?

В 2017 г. широко известное и цитируемое исследование Фрея и Осборна показало, что около половины рабочей силы в США (47 %) «подвергнется



рisku 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 «рisku 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. 1).

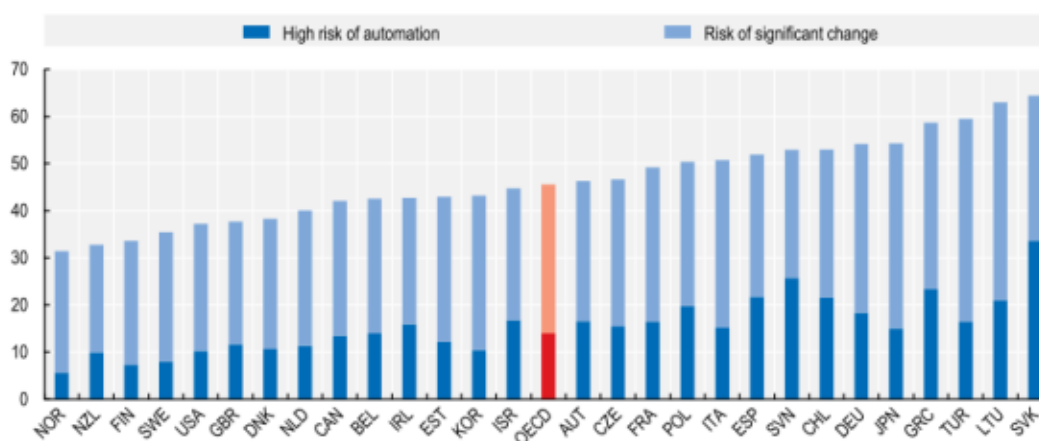


Рис. 1. Доля рабочих мест, подверженных «рisku автоматизации»

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. 2).

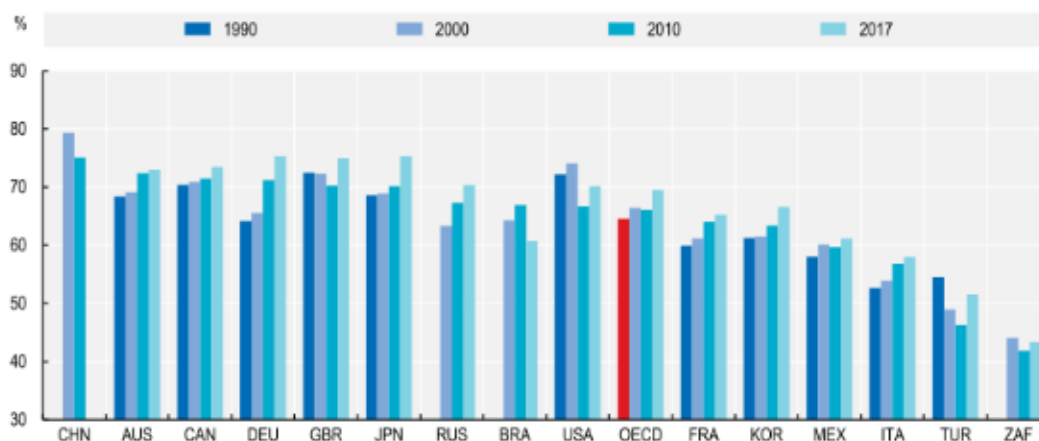


Рис. 2. Уровень занятости в странах по годам [4]

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 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 малопродуктивных 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.

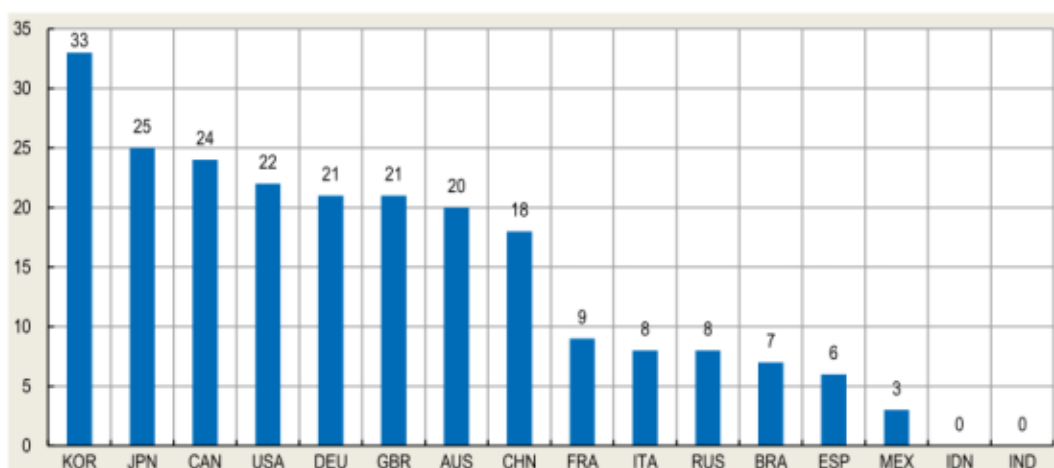


Рис. 3. Возможное снижение затрат за счет применения промышленных роботов [4]

Экономия затрат на использование технологий для замены рабочей силы начинает становиться значительной также в странах с развивающейся экономикой. Из рис. 3 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.

1.1.2.3 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.

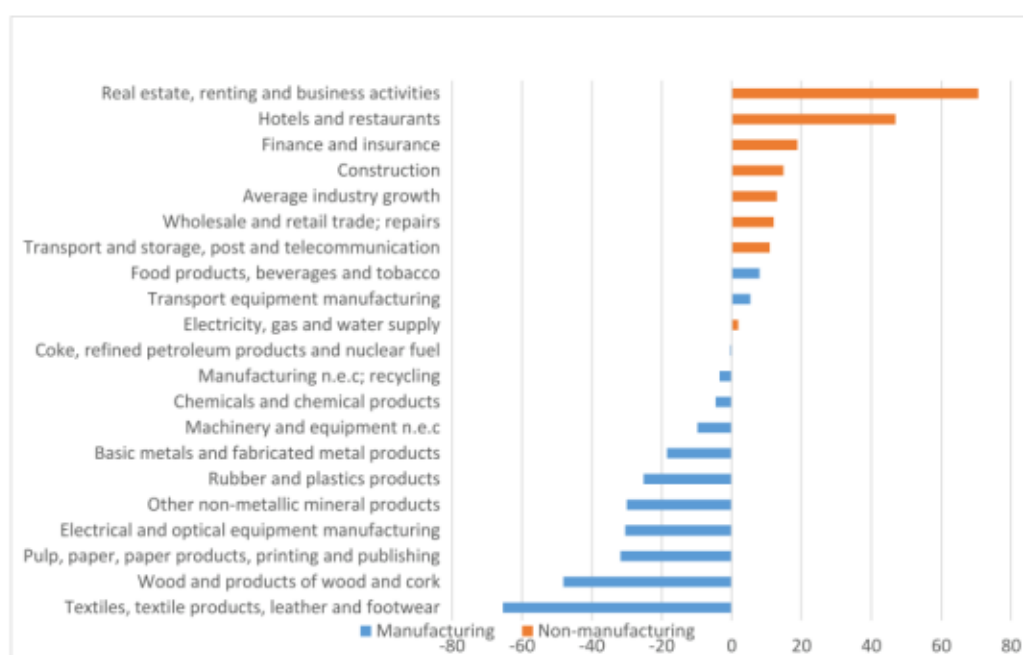


Рис. 4. Изменение занятости в секторах экономики (1995–2015) [4]

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. 4). 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. 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. 5). 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].

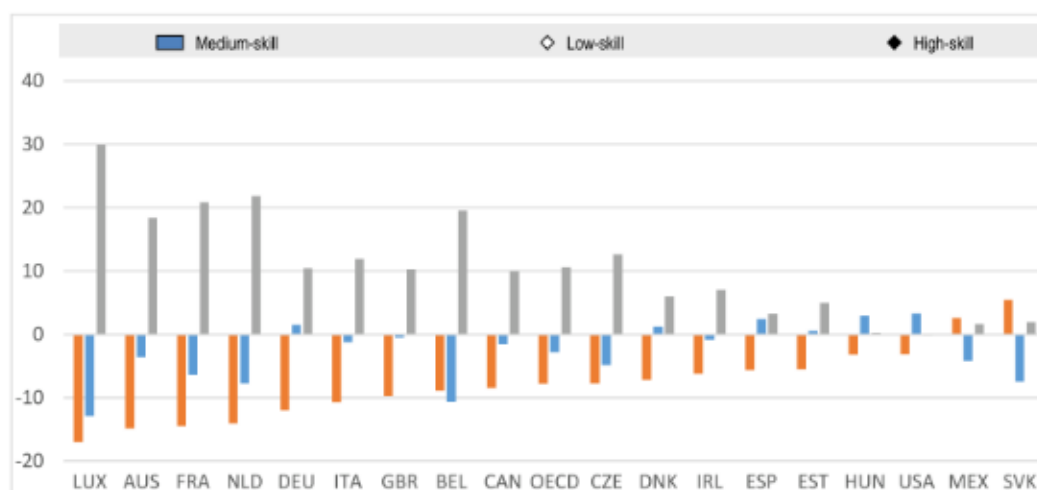


Рис. 5. Изменение доли рабочих мест в зависимости от квалификации за период 1995–2015 гг. [6]

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

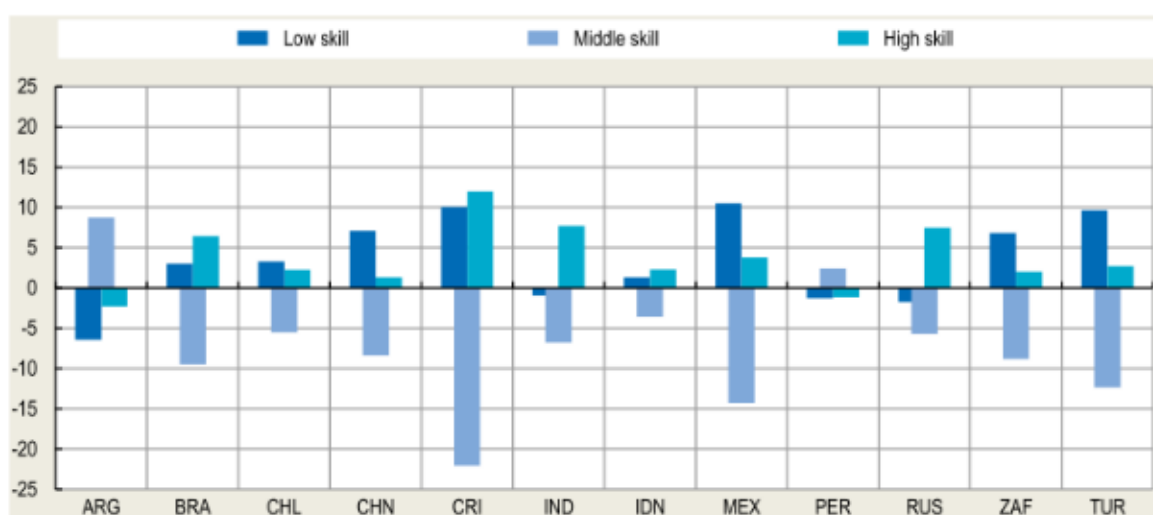


Рис. 6. Изменение уровня занятости в зависимости от квалификации в развивающихся странах (1995–2015) [4]

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.

1.1.2.4 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 вызову⁶ или с нулевым рабочим днем⁷, 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

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.



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].

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.



1.1.2.5 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 найм 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].

1.1.2.6 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.

В 2019 г. группа экспертов по заказу Европейской комиссии разработала рекомендации для ответа на вызовы, которые цифровая трансформация несет рынку труда [1] (см. рис. 7).

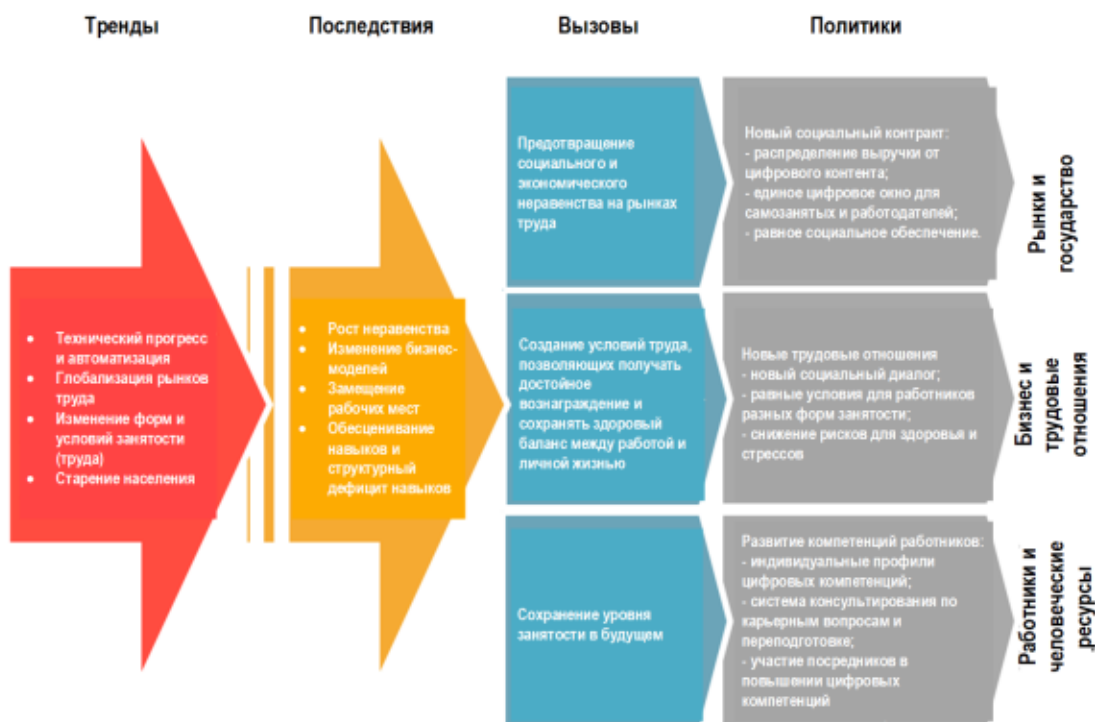


Рис. 7. Ответы на вызовы цифровой трансформации рынку труда [1]



Рекомендуется разработать и имплементировать следующие меры:

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

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

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

Разработка нового социального контракта включает: а) обеспечение равной социальной защиты независимо от формы занятости; б) 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.



Что несет цифровая трансформация рынку труда? [3]

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.



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 Investment and the Digital Transformation // IZA Discussion paper series. 2020. N. 13391. 33 p.
7. OECD Employment outlook 2020.



1.1.3 Образование в эпоху цифровой трансформации

1.1.3.1 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 изменениям 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. 1).

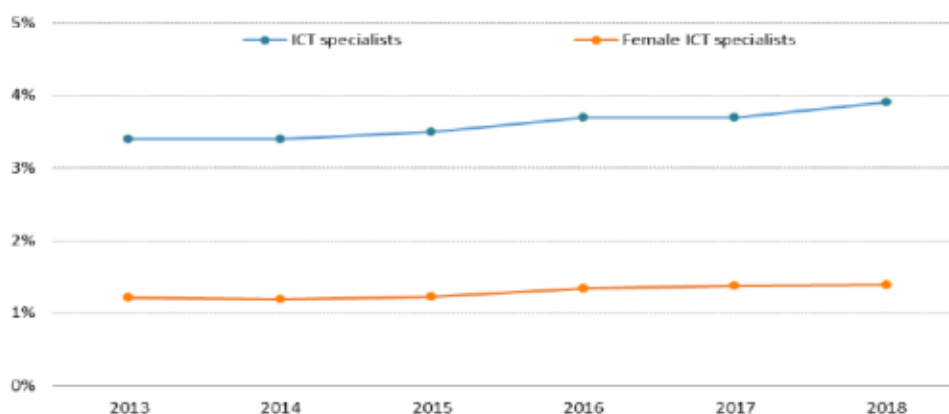


Рис. 1. Доля специалистов ИКТ от общего числа трудоустроенных граждан (Европейский Союз) [5]

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.

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. 1). Данные компетенции являются универсальными для всех профессиональных областей. Для каждой компетенции выделяется восемь уровней владения (см. табл. 2).

**Универсальные цифровые компетенции**

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

Уровни владения универсальными цифровыми компетенциями

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
Продвинутой	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
Высший	8 Сложные проблемы с неограниченным числом решений	Предложение новых решений и прогнозирование развития ситуаций	Создание новых решений

1.1.3.2 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. 2).



Рис. 2. План-схема Европейской системы цифровых компетенций в области образования

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;
- 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 EPALÉ [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.

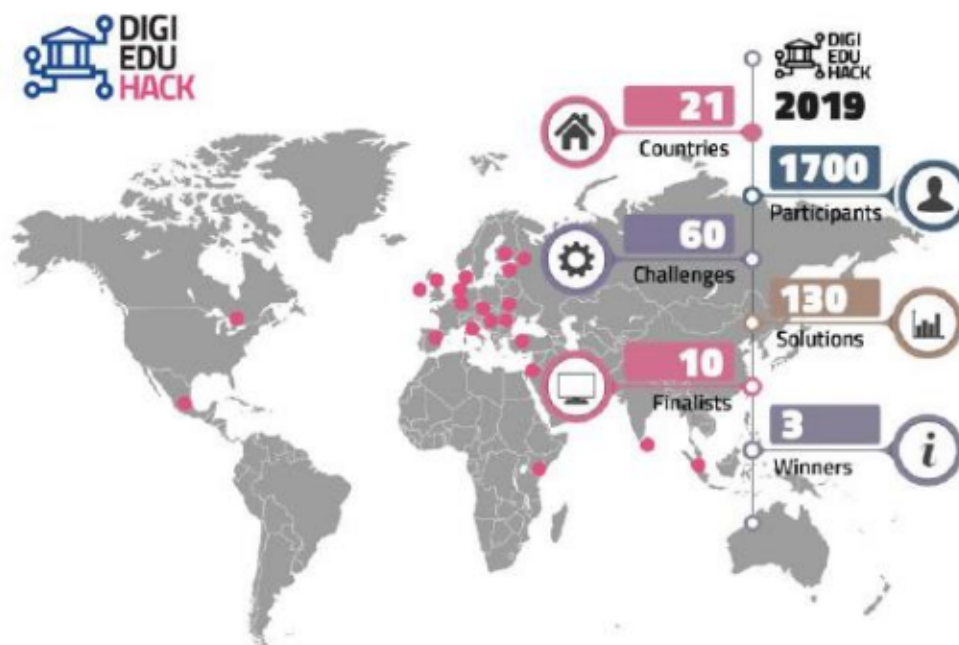


Рис. 3. Результаты первого цифрового хакатона, 2019 г.

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]. Хакатон — 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. 3).

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, 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 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].

1.1.3.3 Дополнительное профессиональное образование и оценка индивидуальной цифровой зрелости

Как показано в разделе 1.1.2, 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. 4.



Рис. 4. 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 (MOOC), 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.

1.1.3.4 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.

1.1.3.5 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., Kamylylis 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_statistical_overview&oldid=454538#:~:text=In%202019%2C%20almost%20three%20quarters%20\(73.1%20%25\)%20of%20employed,the%20corresponding%20share%20was%2067.7%20%25.](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=ICT_education_-_a_statistical_overview&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 indicator 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).



1.1.4 Подходы к коллективному обеспечению кибербезопасности в энергетике

1.1.4.1 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 с 1969 по 1990 г., 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 координация 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 таких учениях приняли участие более 7000 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.



1.1.4.2 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.

1.1.4.3 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 1500 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.

1.1.4.4 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 предотвращению 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.

1.1.4.5 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. 1). Эти проекты будут способствовать укреплению потенциала ЕС в области кибербезопасности и решению возникающих проблем в киберпространстве для увеличения безопасности единого цифрового европейского рынка [14].



Рис. 1. Пилотные проекты ЕС в области кибербезопасности

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, подготавливающих 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. 2 подробно представлена вышеприведенная статистика.



Рис. 2. Национальные стратегические инициативы стран ЕС

Ниже в табл. 1 приводится список национальных инициатив некоторых стран ЕС, участвовавших в исследовании Европейского агентства по кибербезопасности.



Таблица 1

Примеры национальных инициатив стран ЕС в области кибербезопасности

Страна	Национальные инициативы
Австрия	<p>Подготовка стратегии в области кибербезопасности.</p> <p>Увеличение количества исследований в области кибербезопасности с помощью национальных исследовательских программ и программ ЕС в области безопасности (например, Национальная программа развития исследований KIRAS Austria).</p> <p>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.</p> <p>Поддержка образования в области информационно-коммуникационных технологий, обеспечение безопасности ИКТ и компетентности в области средств информации (Национальная стратегия безопасности ИКТ).</p>
Германия	<p>Создание в 2011 г. Национального центра реагирования на киберугрозы и оптимизация сотрудничества между другими группами реагирования на инциденты и национальными органами власти.</p> <p>Создание учебных центров кибербезопасности – Фраунгофер (Fraunhofer) и избранная группа университетов создали Учебную лабораторию</p>



	<p>кибербезопасности, которая сосредоточена на различных секторах.</p> <p>Поддержка использования надежных и заслуживающих доверия информационных технологий, продолжение и активизация исследований в области ИТ-безопасности и защиты критически важных объектов инфраструктуры.</p>
Франция	<p>Создание совета, занимающегося инновациями, включая инициативы по обеспечению безопасности и сертификации систем с использованием инноваций и автоматизации в кибербезопасности.</p> <p>Разработка и акцентирование национального и европейского предложения продуктов и услуг в области безопасности.</p> <p>Интеграция требований кибербезопасности в государственные контракты.</p>
Нидерланды	<p>Реализация Национальной программы исследований кибербезопасности (NCSRA) с целью продолжения развития исследований в области кибербезопасности, направленных на разработку и коммерциализацию инновационных решений.</p> <p>Поощрение систем шифрования с открытым исходным кодом путем выделения для этого дополнительных ресурсов в рамках NCSRA.</p> <p>Создание агентства по исследованию кибербезопасности.</p>

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



1.1.4.6 Инициативы Евросоюза в области кибербезопасности в энергетике

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

1.1.4.7 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:

1) 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:

1) 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.

1.1.4.8 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.

1.1.4.9 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 предоставило 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.

1.1.4.10 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 Cybersecurity. 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 Cybersecurity. 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).
9. Cybersecurity Testing for Resilient Industrial Control Systems // U.S. Department of Energy. 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. 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 cybersecurity. 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%3AOJL_.2014.363.01.0121.01.ENG (дата обращения: 30.01.2021).



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

1.2.1 Опыт цифровой трансформации в США

1.2.1.1 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. 1).

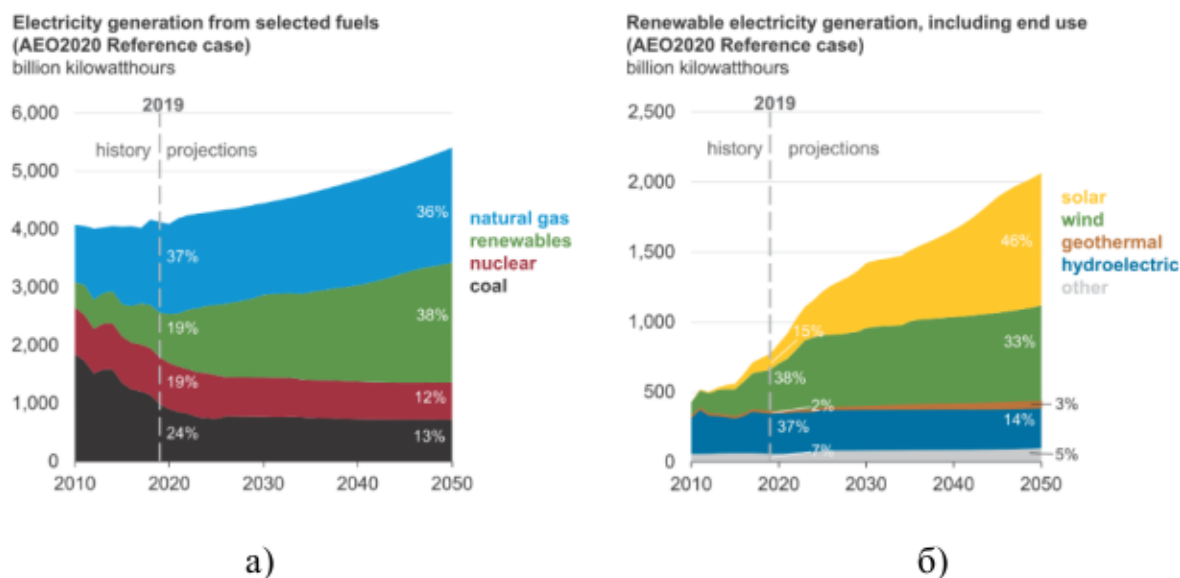


Рис. 1. Статистика по выработке электроэнергии в США и прогнозные значения (в зависимости от источников): а — все виды источников энергии, б — возобновляемые источники энергии [2]

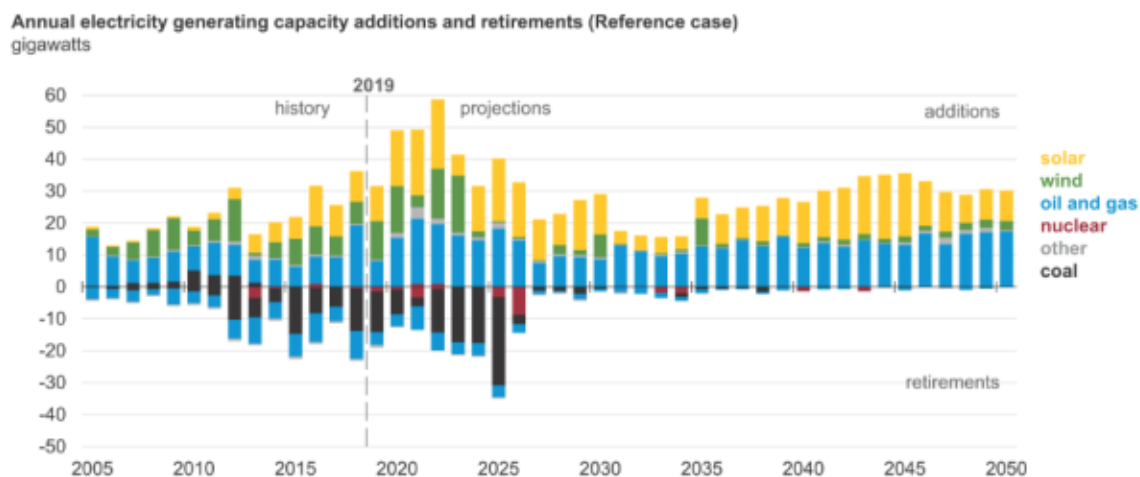


Рис. 2. Ввод и вывод мощностей в США [2]

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. 2), а выработка из всех возобновляемых источников в апреле 2019 г. впервые превысила выработку угля.

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. 3 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.

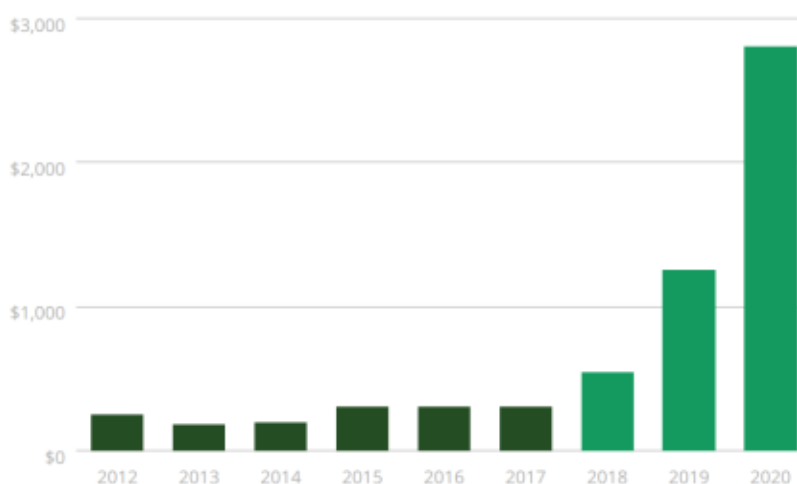


Рис. 3. Объем рынка накопителей (млн долл. США) [3]

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 объекты, 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. 4). Это отличает Соединенные Штаты от остального мира, особенно от развивающихся стран.

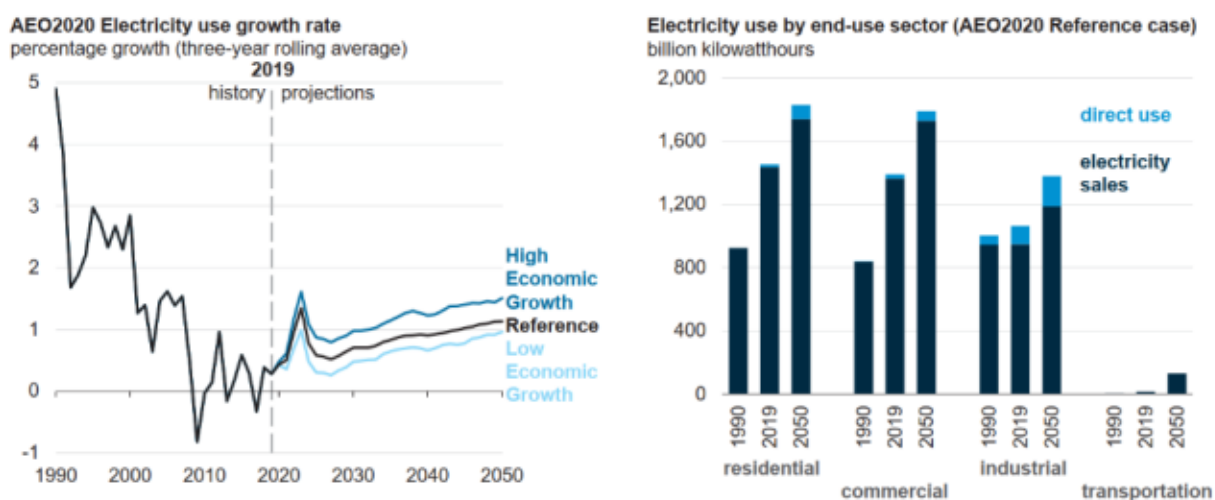


Рисунок 4. Потребление электроэнергии в США [2]

Рост распределенной и возобновляемой энергетики создает нагрузку на стареющую сеть, которая была в основном построена в 1950–1960-х гг. и предназначена для односторонних потоков 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.

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.

1.2.1.2 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.

1.2.1.3 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 1.1.4 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



(ЕАС). 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

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/>].



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; 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 измерениям⁹, 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 —

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.].



NASPI). В рамках инициативы создана рабочая группа, целью которой является развертывание технологии 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.

1.2.1.4 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.



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

Агентство перспективных исследований в энергетике (Advanced Research Projects Agency-Energy, ARPA-E) продвигает проекты, обладающие большим потенциалом для энергетике, 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 энергетике 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 4000 статей, получено 643 патента (см. рис. 5).

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 передовые, 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 трансфера 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.).

1.2.1.5 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. 6). 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].



Рис. 6. Выручка и клиентская база энергетических компаний США [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. 7).



Рис. 7. Присутствие электроэнергетических компаний США в новых сегментах рынка товаров и услуг [8]

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. 8 следует, что по темпам внедрения инновационных продуктов и услуг электроэнергетические компании США отстают от аналогичных компаний в Европе.



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

С начала 1990-х гг. энергетическая отрасль шла к консолидации. В США число компаний, 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 раннем 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. [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. 1 приведены некоторые проекты, реализующие инновационные цифровые решения в электроэнергетике США.



Таблица 1

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

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	Коммерческие и частные потребители	Платформа позволяет поставщикам и потребителям осуществлять расчеты (преимущественно речь идет о ВИЭ). Платформа прогнозирует потребление и может предоставить	Снижение стоимости электроэнергии на 10–20 % за счет устранения посредников.



	искусственный интеллект		потребителю более низкие цены. Потребитель может выбрать собственную комбинацию мощности.	
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.

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. 9). 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].

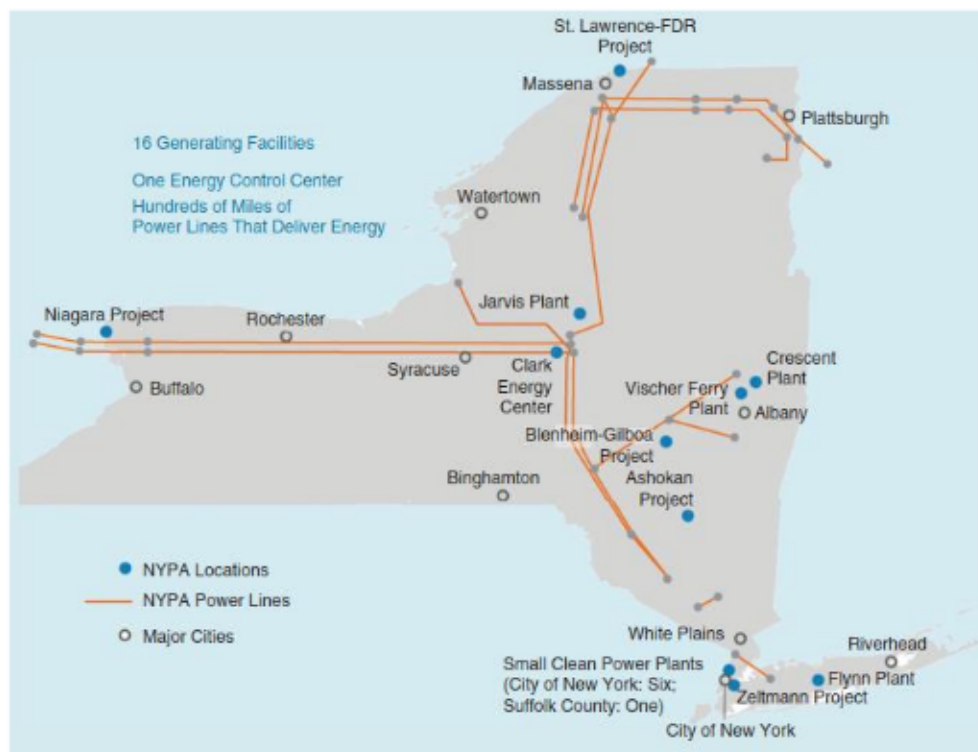


Рис. 9. Основные объекты NYPA [12]

Реализация данной программы ведется в двух направлениях: «умные» генерация и передача (Smart G&T) и управление активами. В рамках первого направления разворачиваются инновационные технологии, например современные информационно-измерительные системы, высокоскоростные системы связи, мониторинга, цифровые средства управления. Второе направление призвано повысить операционную эффективность¹⁰. Фактически за счет технических решений в рамках Smart G&T достигаются цели второго

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](#)].



направления. Работа по данным направлениям ведется в шести основных областях, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Области модернизации НУРА [12]

№	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.

Примеры проектов НУРА 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, противоаварийной 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. Вторым проектом предполагалось 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-RoundtableAmericanEnergyinthe21stCentury2020.pdf> (дата обращения: 11.01.2021).
2. Annual Energy Outlook 2020 with projection to 2050. U.S. Energy 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 Performance. 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.



1.2.2 Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Японии

1.2.2.1 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 (импортируемое в основном из стран Персидского залива). На рис. 1 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].

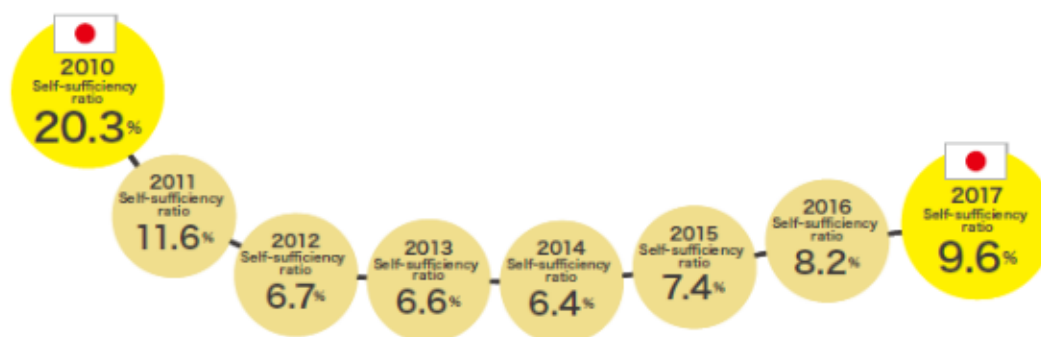


Рис. 1. Уровень «самодостаточности» внутреннего энергетического рынка Японии [1]

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. 2 представлены главные вопросы для энергетического сектора Японии.



Рис. 2. Десять вопросов для понимания текущей ситуации в энергетике Японии

В отчете Агентства по природным ресурсам и энергетике за 2019 г. [1] указывается, что в связи с ограниченностью природных ресурсов Японии постепенно увеличивается использование возобновляемых и «зеленых» источников энергии, в том числе делается упор на исследования в области эффективного использования водорода в качестве энергоносителя.



1.2.2.2 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. 3.



Рис. 3. «Двусторонняя» модель распределения электроэнергии

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. 4 представлена визуализация работы виртуальной электростанции.



Рис. 4. Пример взаимодействия участников энергетической сети с виртуальной электростанцией

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 электроэнергию в часы пиковой нагрузки заставляет спрос изменяться для увеличения эффективности распределения электроэнергии, как графически представлено на рис. 5.

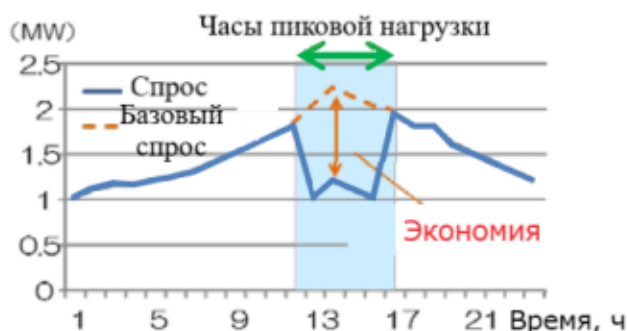


Рис. 5. Модель Demand Response

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.

1.2.2.3 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.

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. 6 представлена визуализация «Общества 5.0».



Рис. 6. «Общество 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. 7.

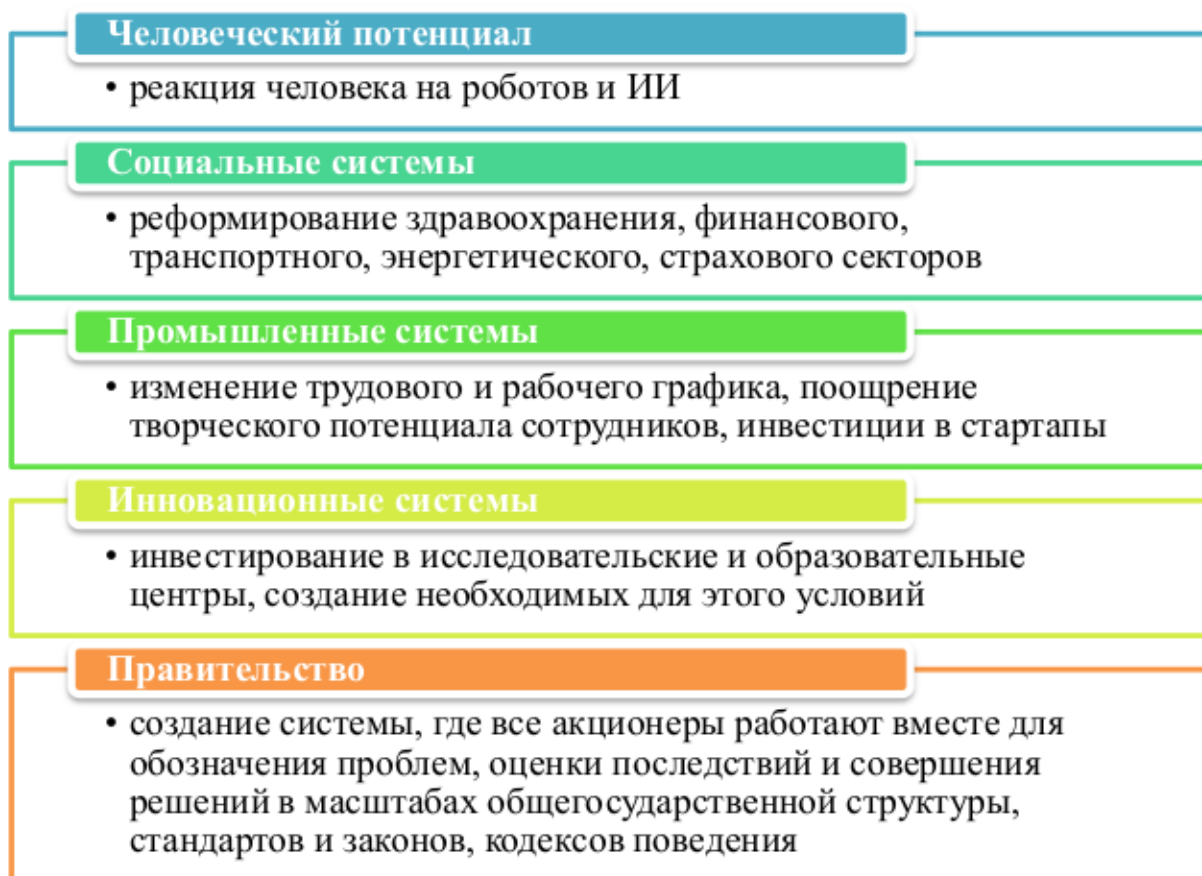


Рис. 7. Направления развития, необходимые для перехода к «Обществу 5.0»

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

- человекоориентированность;
- знания/грамотность;
- защита личных данных;
- 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 общества, где человек будет свободен от ограничений своего тела, мозга, пространства и времени к 2050 г. 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 роботов с применением ИИ, самостоятельно обучающихся, адаптирующихся к окружению и действующих наравне с людьми к 2050. Разработка ИИ роботов, способных сотрудничать с людьми, к 2030 г., и с которыми людям будет комфортно находиться, — к 2050 г. Разработка автоматизированной системы ИИ, помогающей работать над новыми научными открытиями и решениями, к 2030 г., и самостоятельно делающей открытия — к 2050 г. Разработка ИИ роботов, работающих без человеческого надзора, к 2030 г., 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 socioэкономических 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, фотонная 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.

На рис. 8 представлена визуализация «умной» системы передачи и распределения энергии [15].

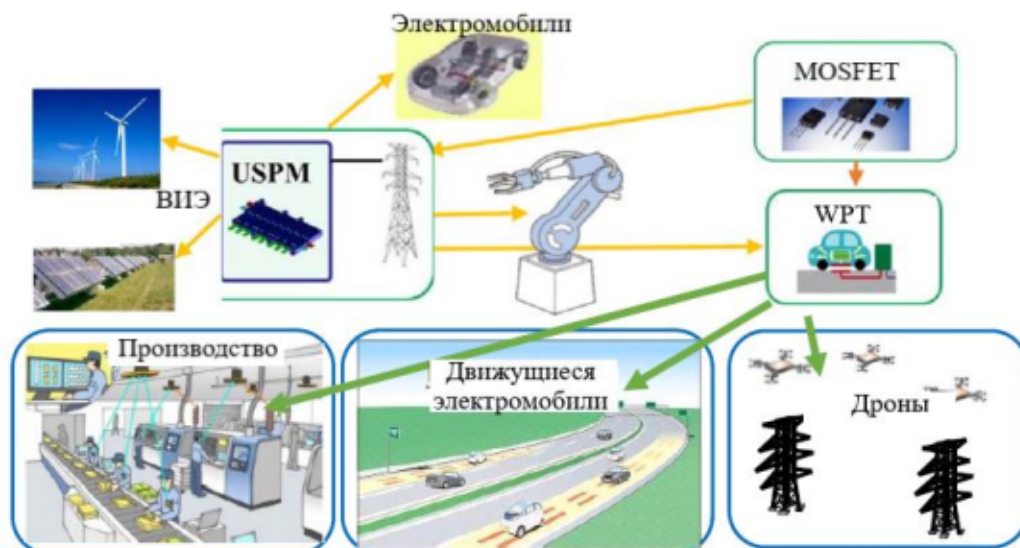


Рис. 8. Пример работы «умной» системы передачи и распределения энергии с применением технологии беспроводной зарядки

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.

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. 9 можно увидеть, на что и в каком объеме был распределен бюджет.

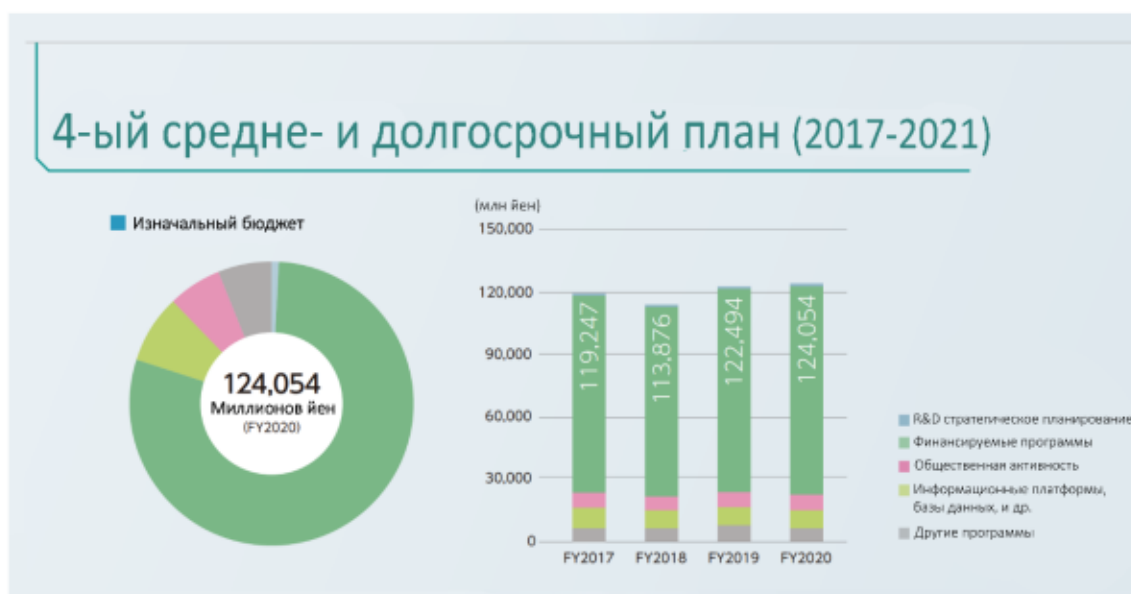


Рис. 9. Распределение бюджета Японского агентства по науке и технологиям (2017–2020)

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/abonomics/_userdata/abonomics/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).



1.2.3 Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Объединенных Арабских Эмиратах

1.2.3.1 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].

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. 1) [2].



Рис. 1. Соотношение между источниками энергии в Дубае

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. 2 [2].

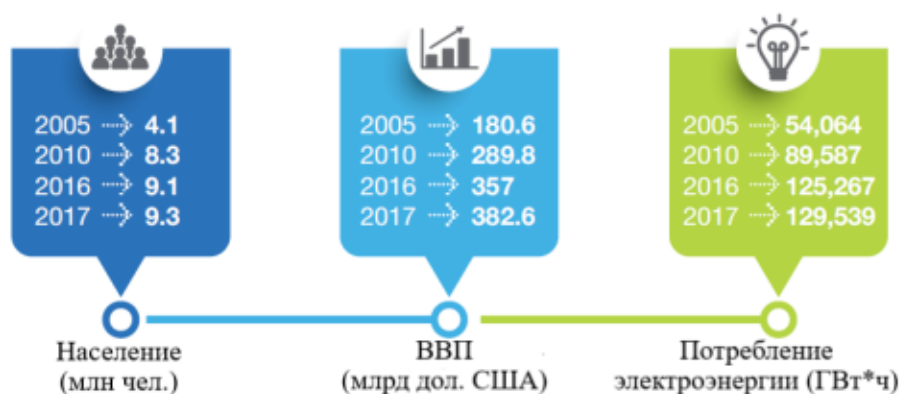


Рис. 2. Сравнение изменения потребления электроэнергии в ОАЭ с изменением ВВП и населения

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 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].

1.2.3.2 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. 3):

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. 3. 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. 4).



Рис. 4. Структура инновационной деятельности в ОАЭ

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



Рис. 5. Чемпионы инноваций

На данный момент приоритетность исследований находится в области технологий 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;
 - «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 промышленной революции;
- этика и ценности четвертой промышленной революции;
- глобальный центр четвертой промышленной 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. 6).



Рис. 6. 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 электроэнергии 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 непииковые 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](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/462cceb0/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](https://www.moei.gov.ae/assets/download/9f91552f/Science%20Technology%20and%20Innovation%20Policy.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](https://u.ae/-/media/mGov/UAE-TRA-mGov-Strategy-en-(5).ashx?la=en) (дата обращения: 17.03.2021).



1.2.4. Опыт цифровой трансформации электроэнергетики в Гонконге

1.2.4.1 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 энергоёмкости экономики (Energy Intensity).

Энергоёмкость является отношением суммарно потребленной энергии к уровню ВВП Гонконга. Правительством поставлена цель к 2025 г. снизить уровень энергоёмкости 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 году — таким образом, данный показатель в Гонконге снизился на 32,8 % в период с 2005 по 2018 г., при этом показатель потребления 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].

1.2.4.2 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].



Рис. 1. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная мобильность»



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

- *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.



Рис. 2. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное проживание»

2. «Умное проживание» (рис. 2) 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 обеспечения 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 большой масштаб обмена данными, и разработка портала для пациентов с целью повышения их заинтересованности в своем здоровье; в) разработка направления геномной 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.



Рис. 3. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная окружающая среда»

3. «Умная окружающая среда» (рис. 3):

- *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.
- *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.



Рис. 4. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное население»

4. «Умное население» (рис. 4) 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.



Рис. 5. Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умное правительство»

5. «Умное правительство» (рис. 5) 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 моделирования 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.

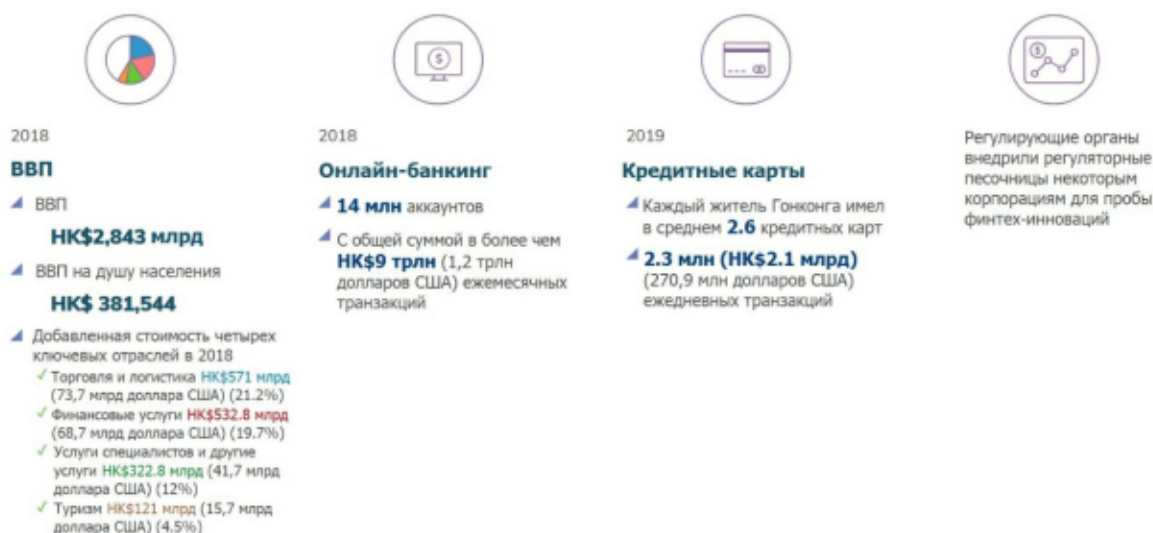


Рис. 6.– Текущие результаты внедрения инновационных технологий по направлению «Умная экономика»

б) «Умная экономика» (рис. 6)

– *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.

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. 7 [8].

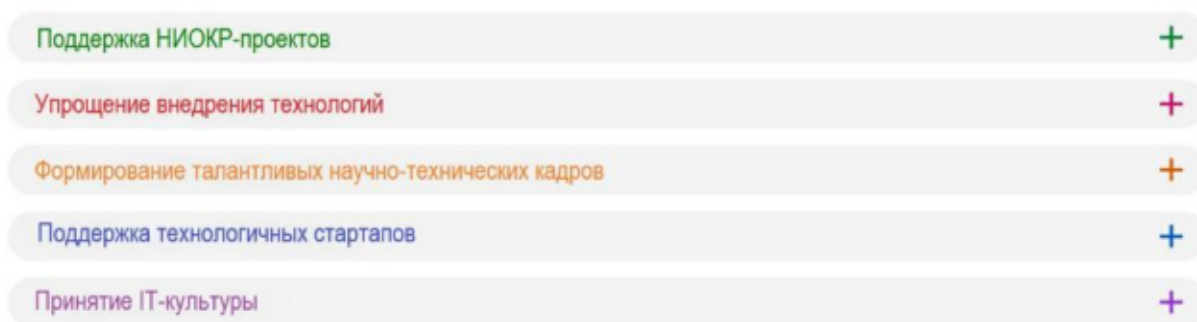


Рис. 7. Задачи Фонда инноваций и технологий

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).

– *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 ИТ и специального организационного подхода (рис. 8).

Система необходима для улучшения эффективности деятельности субъектов правительства.

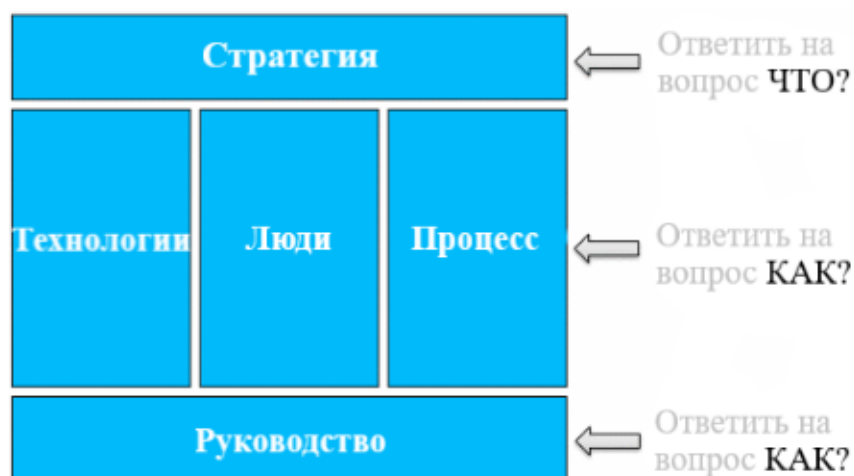


Рис. 8. Основа внедрения ЕИМ

Успешная имплементация ЕИМ — 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 ЕИМ:

Стратегия: что делать и чего НЕ делать. Она помогает госструктурам определиться на организационном уровне с планом внедрения ЕИМ.

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:

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. 9. Визуализация работы правительственной магистральной сети

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. 10. Принципиальная схема работы централизованных интернет-услуг

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 SaaS.

6) *Правительственные коммуникационные сети (ПКС) — работа внутренней электронной почты.*

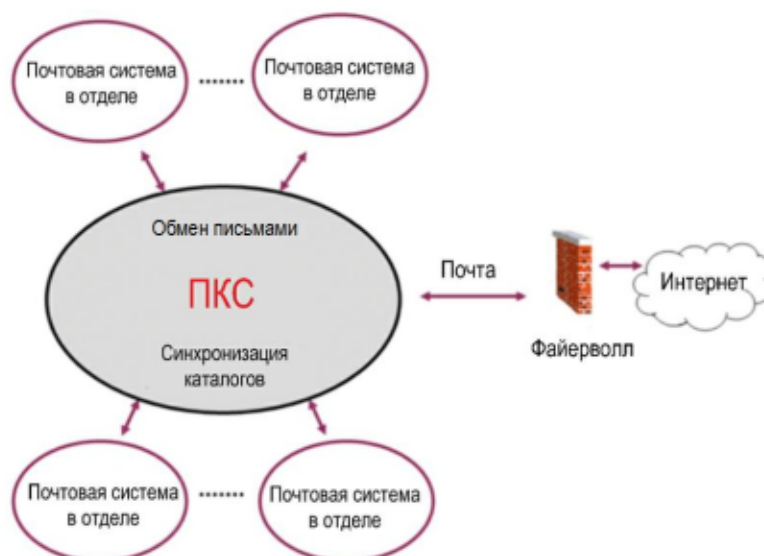


Рис. 11. Визуализация работы правительственной коммуникационной сети

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 электротехнические 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. 8 [11].

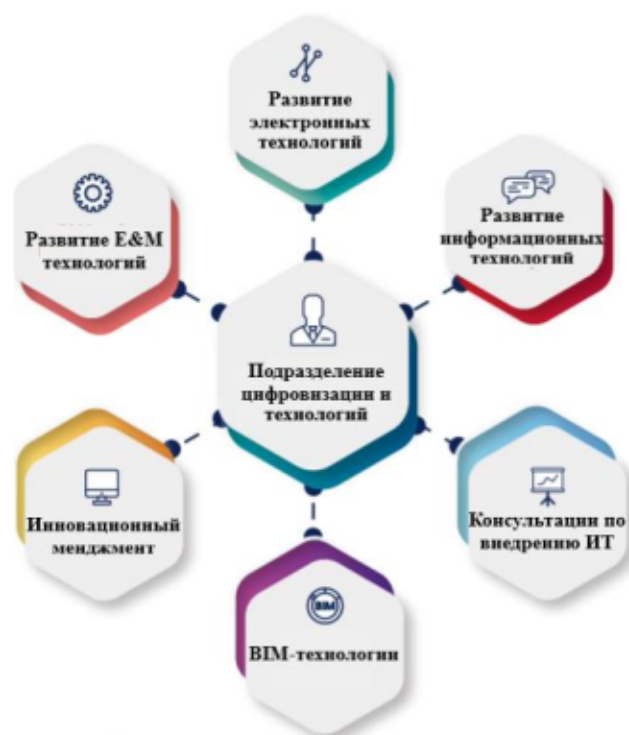


Рис. 8. Направления деятельности EMSTF

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 Mechanical Services Trading Fund The 2nd 5-year Strategic Plan // URL: https://www.emsd.gov.hk/minisites/2nd5yearplan/leaflet/issue3/pr_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%20Standards%20and%20Guidelines%20v2.0.pdf (дата обращения: 18.03.2021).



1.2.5 Выводы

Анализ проектов и инициатив отдельных стран (США, Гонконга, Японии, ОАЭ) за 2020 год 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 спросом, 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 всему 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 деятельности 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.