А. МАКАРОВ

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Технологии меняют менеджмент

АВТОМАТИЗАЦИЯ → ЦИФРОВИЗАЦИЯ



Практика внедрения и результаты

Библиотека создания инноваций

«СОЛОН»

Макаров А. Ю., Макаров А.А.

Цифровая экономика

Технологии меняют менеджмент

118654
ОНТУ

Практика внедрения и результаты

СОЛОН-Пресс
Москва
2021

6172.15.7 + 338.24

УДК 65, 65.011, 651, 658
ББК 65.29, 65.290, 65.291
М151

Макаров А. Ю., Макаров А.А.
Цифровая экономика. Технологии меняют менеджмент. *Практика внедрения и результаты.* / А. Ю. Макаров, А. А. Макаров. — М.: СОЛОН-Пресс, 2021. — 160 с.

ISBN 978-5-91359-437-2

Как воспользоваться открывающимися возможностями для прорывного развития своего потенциала и потенциала компании в период цифровой трансформации бизнеса? Для ответа на этот вопрос необходимо обладать навыками технологического предпринимательства и уметь их применять, глубоко разбираться в технологиях производства и управления, понимать влияние внешних политических, экономических, социальных факторов, формирующих условия и потенциальные возможности развития.

Разделы книги отражают области профессиональных интересов и необходимого кругозора руководителя компании. Впервые высказана и обоснована концепция управления универсальным множеством объектов.

Обо всем этом написана данная книга, что делает ее полезной для специалистов в области технологического предпринимательства, управления и развития бизнеса, преподавателей и студентов вузов, а также тех, кто только начинает погружаться в этот мир.

По вопросам приобретения обращаться:
ООО «СОЛОН-Пресс»
Тел: (495) 617-39-64, (495) 617-39-65
E-mail: **kniga@solon-press.ru**, **www.solon-press.ru**

ISBN 978-5-91359-437-2

© ООО «СОЛОН-Пресс», 2021
© Макаров А. Ю., 2021
© Макаров А. А., 2021

Об авторах

Макаров Андрей Юрьевич — профессор кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями Высшей школы экономики и менеджмента Уральского федерального университета. Являясь профессиональным энергетиком и управленцем, принимал участие в двух реформах энергетической отрасли. Первая — реформа энергетики Казахстана второй половины девяностых годов XX века. В этот период автор последовательно занимал позиции руководителя территориальной электросбытовой компании, директора электростанции, директора электрических сетей и исполнительного директора региональной АО-энерго, включавшей в себя весь энергетический комплекс в Северо-Казахстанской области. Вторая — реформа РАО ЕЭС России. Эту реформу автор проходил последовательно на должностях советника генерального директора Свердловэнерго, заместителя, а затем генерального директора Территориальной генерирующей компании № 9, вице-президента компании Комплексные энергетические системы, руководителя дивизиона «Генерация Урала», объединившего ТГК-5 и ТГК-9. В 2011 году был назначен Генеральным директором ОАО «Башкирэнерго», остававшейся последней вертикально-интегрированной энергосистемой в Российской Федерации. Противоречие существовавшей структуры с действующим законодательством, предусматривающим разделение энергетического бизнеса по видам деятельности, требовало в максимально короткие сроки без экономических и управленческих потерь провести «распаковку» ОАО «Башкирэнерго» на независимые компании, занимающиеся производством, передачей, распределением и сбытом тепловой и электрической энергии. Работа была успешно завершена в 2012 году. Далее автор в качестве генерального директора занимался комплексным развитием и внедрением технологий управления в ОАО «Башкирская электросетевая компания», реализовав два взаимосвязанных ключевых проекта: совершенствование системы управления путем автоматизации сквозных

бизнес-процессов и Smart Grid. Термин «цифровизация» появился в 2015 году.

В последствии опыт, полученный автором в энергетике, был применен для улучшения системы управления на предприятиях тяжелого машиностроения.

Описание профессионального опыта автора дает читателю понимание того, что книга основана не на публичных источниках и рассказах очевидцев, а на личном опыте. Каждая реорганизация, а тем более реформа являются колоссальным вызовом команде управленцев, всему коллективу компании и особенно руководителю. Автор, являясь руководителем крупнейших компаний, был участником двух отраслевых реформ и как минимум трёх кардинальных реорганизаций компаний с изменением структуры собственников, систем управления, численного состава коллективов, территорий и видов деятельности.

Макаров Александр Андреевич — в настоящее время занимается развитием стартапов в области международного сотрудничества по внедрению в России передового мирового опыта управления сложными многовекторными проектами и локализацией высокотехнологичного оборудования. Кандидат экономических наук, специалист в области управления промышленными предприятиями и реализации крупных проектов в области энергетики, в том числе альтернативной, атомного машиностроения как в России, так и за рубежом. Приобретенный практический опыт получил свое отражение в диссертации по тематике методов совершенствования экономических механизмов управления.

Авторы выражают свою глубокую признательность профессору Гительману Леониду Давидовичу за внимательное прочтение рукописи, сделанные ключевые замечания и предложения по ее улучшению и более полному раскрытию излагаемой темы.

Оглавление

Об авторах 3

Оглавление 5

Подводим итоги 7

Методология, результаты и цели 9

Введение. Цифровизация — наука, искусство, технологии? 12

Глава 1. Предпосылки к цифровой трансформации в России 25

1.1. Цифровизация российской экономики: популизм или экономический прагматизм государства? 26

1.2. Запрос на цифровое развитие 45

1.3. Технологические предпосылки к цифровой трансформации электрических сетей 53

Глава 2. Эволюция систем управления 59

2.1. Историческая динамика развития технологий управления . . . 59

2.2. Разнообразие систем управления 62

2.3. Два контура управления бизнесом 68

2.4. Развитие структур управления 69

2.5. Управление универсальным множеством объектов 74

Глава 3. Методы и этапы цифровой трансформации бизнеса 79

Этапы формирования модели управления и анализа бизнеса 85

3.1. Формирование перечня бизнес-процессов верхнего уровня . . 85

3.2. Система обмена данными и межфункциональные связи 87

3.3. Формирование сквозных бизнес-процессов управления 89

3.4. Мониторинг эффективности выполнения бизнес-процессов . . 90

3.5. Показатели эффективности деятельности персонала 93

3.6. Взаимодействие ключевых модулей цифровизации 99

Глава 4. Опыт цифровой трансформации бизнеса 103

Алгоритм решения задачи цифровой трансформации бизнеса 104
4.1. Что стало толчком для развития и поиска путей решения . . . 105
4.2. Подготовка команды прорыва 107
4.3. Технология внедрения проектного управления 110
4.4. Анализ лучших мировых практик 113
4.5. Цели проекта и выбор партнеров 115
4.6. Источники финансирования и экономическая эффективность 123

Глава 5. Направления развития цифровизации электрических сетей . . . 132
5.1. Основное оборудование и его функциональное назначение при управлении режимами распределительных сетей 134
5.2. Последовательность работы оборудования и обеспечение селективности защит в современных воздушных линиях электропередачи напряжением 6–35 кВ 141
5.3. Оптимизация количества, вида и мест установки линейных коммутационных аппаратов для воздушных распределительных сетей 148
5.4. Наблюдаемость и управляемость распределительных сетей напряжением 6–10 кВ 154

Заключение 156

Литература 157

«Я стал писать только такие книги, которые дают мне ответы на внутренние важные для меня вопросы».

Григорий Чхартишвили



Подводим итоги

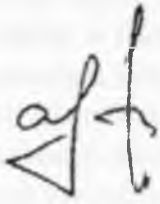
Самым простым способом ознакомления с предметом, обсуждаемым в книге, является чтение ее финальной части. Именно так поступает нетерпеливый читатель. Учитывая это и упрощая процесс поиска заключительной части, подведем итоги в начале книги и коротко изложим основные выводы и результаты по представленному материалу.

1. Анализ приоритетов государства в сфере экономики показывает отсутствие с его стороны реальных сигналов для прорывного развития инновационных технологий и цифровой трансформации. Рассмотрены причины «холодного» инновационного климата в России.
2. Кризис 2020 года бьет в набат по нефтегазовой экономике. Государство должно немедленно изменить свою экономическую парадигму, перейти на путь развития интеллектуальных отраслей, или Россия на десятилетия рискует остаться бесперспективным государством, сырьевым придатком мировой экономики.
3. Скорость изменений глобальной среды и требования рынка диктуют необходимость перехода экономики страны к цифровизации, кратному увеличению скорости и качества принимаемых управ-

ленческих решений, в том числе за счет принятия рутинных решений машинными комплексами, работающими по прописанным человеком и автоматизированным адаптируемым сквозным бизнес-процессам.

4. Существующие системы управления крупными компаниями, а следовательно, и принципы работы менеджмента устарели и не отвечают требованиям времени. Внедрение цифровых технологий позволяет перейти от традиционных методов управления к управлению универсальным множеством объектов. Изложены принципы и возможности такой трансформации.
5. Реализация теоретических идей показана на опыте цифровой трансформации системы управления отечественной крупной энергетической компании.
6. Описан опыт интеграции и цифровой трансформации процессов управления административными и технологическими процессами в электросетевой компании. Показаны конкретные шаги цифровизации компании и полученные управленческие, экономические и репутационные эффекты.
7. Рассмотрены практические кейсы направлений развития цифровизации в бизнесе передачи и распределения электроэнергии, дающие существенный эффект в повышении качества электроснабжения потребителей и снижения операционных затрат.

Уважаемый читатель! Надеюсь, Вы получите систематизированное представление и детальную информацию об опыте реализации проектов цифровой трансформации бизнеса.



С уважением,
Андрей Макаров
25 февраля 2020 года.

Методология, результаты и цели

В основу анализа состояния управленческих процессов (включающих в себя области технологии, администрирования, исследования, анализа данных, принятия решений) и путей их развития автором положен практический опыт работы на предприятиях энергетического комплекса и машиностроения. Аналитические исследования, опирающиеся на данный опыт, включают в себя сбор и обработку данных, структурирование задач и полученных результатов, классификацию и корректировку информации, в том числе на базе:

- ✓ разработки и внедрения проектов развития систем управления и Smart Grid в ОАО «Башкирская электросетевая компания»;
- ✓ анализа информации, полученной из отчетов предприятий о производственной деятельности, научных статей и докладов специалистов, работающих в области цифровизации производства и систем управления;
- ✓ анализа использованных решений в лучших мировых практиках в области цифровизации высокотехнологичных компаний;
- ✓ анализа взаимодействия и взаимовлияния управленческих и технологических процессов в крупных производственных компаниях на базе методики формирования и автоматизации сквозных бизнес-процессов и их использования в цифровых моделях управления;

- ✓ оценки перспектив и рынка цифровизации производства инфраструктурных компаний с использованием методики аналоговой экстраполяции полученных результатов.

Результаты комплексного подхода к цифровизации электрических сетей, реализованного в АО «Башкирская электросетевая компания», отражаются следующими ключевыми показателями [1, 2]:

- ✓ кардинальное повышение прозрачности, управляемости и эффективности бизнеса;
- ✓ снижение суммарных технических и коммерческих потерь в 2 раза;
- ✓ сокращение количества аварий в 2 раза;
- ✓ продление срока службы оборудования на 10 %;
- ✓ сокращение времени аварийных отключений потребителей в 3 раза;
- ✓ снижение затрат на эксплуатацию на 20 %;
- ✓ снижение уровня загрузки оборудования на 10 %;
- ✓ изменение качественного профессионального состава сотрудников;
- ✓ повышение производительности труда на 20 %;
- ✓ рентабельность по OIBDA за 2018 год составила 33 %, по чистой прибыли — 16,6 %.

Любой дополнительный элемент системы вносит дополнительное сопротивление в ее работу, искажение проходящего управленческого сигнала, снижает надежность работы системы в целом. При этом прямые связи должны быть установлены не с единой точкой принятия всех решений, что является разновидностью вертикальной схемы управления, а между источником информации и точкой принятия компетентного решения. Благодаря переводу процесса управления из вертикальной структуры в горизонтально интегрированную уменьшилось количество промежуточных звеньев управления, достигнуты точность и скорость исполнения управленческих решений и команд.

Сложные системы формируются людьми, каждый из которых является профессионалом в своей области. Не может быть такого человека, который бы заменил собой всех специалистов. В авторитарной системе управления человек, отдающий команды, присваивает себе право отдавать команды, но компетентное решение принимает специалист, дающий ему это решение. Бедой авторитарной системы управления является то, что человек, отдающий команды, считает, что он и принимает реше-

ния. В этом случае высока вероятность того, что он перестает воспринимать мнение специалистов и своими решениями ведет систему по неоптимальному пути.

Задачей цифровой трансформации бизнеса является создание такой системы управления, которая минимизирует участие промежуточных звеньев управления в процессе принятия решений, а в идеале — для решения простых рутинных задач управления полностью исключает человеческий фактор. Если заранее прописан бизнес-процесс, определены действия для всех возможных вариантов развития событий, существуют технические возможности для получения информации, ее передачи, обработки и исполнения принятых решений на машинном уровне, участие человека в таком бизнес-процессе не требуется. Участие человека становится не только бесполезным, но и тормозит скорость принятия решений, снижает точность исполнения команд, вносит субъективные ошибки.

Современные программно-аппаратные комплексы состоят из датчиков первичной информации, систем передачи данных, быстродействующих вычислительных машин, технологий обработки большого объема данных и их структуризации, машинных алгоритмов принятия решений, технологий формализации принятых решений и технических устройств, способных выполнить их. При этом все подсистемы работают без участия человека. Таким образом, современное развитие техники дошло до степени ее самостоятельного функционирования на уровне рефлекторных реакций и не требует участия человека в рутинных процессах. Человек необходим для поиска нестандартных решений, формирования и развития рефлекторных навыков техники. Это меняет задачи, стоящие перед человеком, его главным занятием становится творческая работа по совершенствованию процессов и оборудования, создание их новых более эффективных видов.

Меняется подход к интеллектуальным возможностям человека. Доля творчества в деятельности человека резко возрастает. Аналогичную революцию общество пережило после появления промышленных машин, позволивших многократно увеличить мышечную силу человека, возможность работать больше и эффективнее, резко повысить производительность труда и освободить человека от рутинной физической нагрузки. Тот же процесс происходит на современном этапе цифровой трансформации общества в отношении использования интеллектуальных возможностей человека.

Введение

Цифровизация — наука, искусство, технологии?

Обдумывая сюжет, структуру и материал книги, автор всегда оказывается перед выбором — писать ее по стандартам научного исследования, приводя цитаты из уже опубликованных работ, используя доказательную базу, строгую логику изложения, или описать собственный опыт, использовать в изложении те факты и результаты, которые являются личным багажом знаний и могут быть описаны так, как подсказывает память и логика. Самые ценные знания формируются в практической деятельности, изучении чужого опыта, собственных неудачах и достижениях. Именно это интересно читателям — мнение и опыт человека, который был непосредственным участником, а во многих случаях и руководителем процессов преобразования.

Что собой представляет процесс управления. Специалисты из разных областей науки, техники, психологии, социологии, права, лингвистики и других сфер применения человеческого разума и таланта подтвердят, что в их работе обязательно присутствует потребность в управлении как творческими, так и рутинными процессами. И каждый из этих специалистов даст формулировку понятия управления, наилучшим образом подходящую под решаемые им задачи, но не всегда применимую или даже недопустимую для иных областей деятельности.

Достаточно сложно однозначно ответить на вопрос, является ли процесс управления результатом применения точных научных знаний или

следствием творческих исканий человека и коллектива, какова связь и баланс между этими кажущимися крайностями повседневной деятельности? Для руководителя и специалиста важно понимать, что правильное решение в технике и управлении всегда красиво и доставляет эстетическое удовольствие, при этом оно должно быть выверено с математической точностью. Поиск нового рождает иные элементы существующих форм, и никогда не знаешь, что даст ответ на стоящие вопросы — хорошая естественно-научная подготовка или умение видеть и чувствовать прекрасное. Обсуждая вопросы цифровой трансформации бизнеса, нельзя забывать о том, что является базой коренной сущности процессов преобразования, и о том, что лежит в их основе.

Вторым базовым понятием является то, что только полная определенность в постановке задачи применительно к конкретному процессу позволяет получить точное и исчерпывающее решение. Давайте представим, что перед нами стоит задача организации совместной деятельности группы людей, но при этом не уточняется, о какой именно деятельности идет речь. В такой постановке вопроса слишком много неопределенности, и в такой ситуации невозможно найти правильный ответ. Даже определение области применения задачи не дает понимания путей ее решения. Приемы ведения боя, применявшиеся в начале XIX века батальонными колоннами линейной пехоты, никак не могут быть использованы в современных боевых операциях, хотя задача перед ними ставится одна и та же. Изменились технические возможности, средства коммуникации, ментальность людей, внешние условия. Для корректного решения поставленной задачи требуется точно учитывать все входящие факторы и их влияние на конечный результат. При этом каждый фактор имеет своё отклонение от ожидаемых параметров. При решении технических задач коллективом конструкторов погрешность в конечное изделие вносит не только используемый материал или форма его применения, но и человеческий фактор. Одну и ту же техническую задачу разные конструкторы могут решать по-разному, а конечный продукт, собранный из решений разных конструкторов, будет отличаться от такого же продукта, сделанного одним конструктором. Отсюда можно сделать первый вывод о том, что не существует идеальной управленческой или технической системы. Оптимальной является та система управления, которая позволяет достичь требуемого результа-

та с минимальными затратами людских, материальных и финансовых ресурсов при решении конкретной задачи.

Поэтому не будем искать универсальное значение понятия «управление», а определим его как процесс, предназначенный для достижения наилучшего (оптимального) результата в процессе жизнедеятельности человека. Управление не является научной дисциплиной. Это, скорее, искусство, но искусство, в основу которого положен точный расчет и анализ.

В нашем сознании весь спектр человеческой деятельности лежит между сухой математикой и искусством. При этом математике присущи правила, закономерности, жесткая логика и строгая последовательность действий. Такой набор присущих математике свойств скорее отнесет ее к ремеслу, чем к искусству (не торопитесь протестовать, мысль еще не завершена). Искусство же рождается и живет благодаря творческим личностям, свободным от канонов. Решая задачи управления, мы постоянно сталкиваемся с подобными определениями, оправдывающими мнение, что закономерности здесь неуместны, и каждый руководитель выстраивает систему управления под себя, и именно он является творцом и управленческим гением для отдельно взятой компании. Мы обязательно обсудим разные подходы к управлению и закономерности этого процесса, позволяющие не только лучше понять текущую ситуацию в управлении компанией, но и увидеть направления развития систем управления.

Прежде чем перейти к управленческим задачам, давайте вернемся к математике и искусству, а конкретно к его разновидности — живописи.

Величайшим достижением чистой математики за последнее время стала доказанная россиянином Григорием Перельманом в 2002–2003 годах гипотеза Пуанкаре, сформулированная в 1904 году: «Всякое односвязное компактное трёхмерное многообразие без края гомеоморфно трехмерной сфере». Вы что-нибудь поняли? Ничего страшного, мы с вами не математики. Интересен тот факт, что для проверки правильности предложенного решения ведущие специалисты в этой области математики потратили три (!) года упорного труда. При этом решение Перельмана вышло в трех электронных статьях, а анализ этого решения китайскими математиками Huai-Dong Cao и Xi-Ping Zhu было изложено в 327-страничной статье, а у американских математиков J. W. Morgan и G. Tian анализ решения занял 473 страницы. Этот пример даёт

безусловное доказательство степени творческого гения математика Перельмана. И здесь возникает особенность, присущая точным наукам. В этой области человеческой деятельности творчество является доказательным и измеримым. Это тот вывод, который нам важен как управленцам. Задачи управления должны иметь фиксируемые и распознаваемые критерии, измеряемые результаты, быть логичными и воспроизводимыми повторно.

А что же с живописью? Принято считать, что в ее основе лежат озарение и творческий полет. Давайте сравним два натюрморта и попробуем понять, где присутствует элемент творчества, а где высококлассная работа ремесленника, качественно воспроизводящего чужие идеи.



Рис. 1

Наблюдательный читатель обратил внимание, что натюрморт на рисунке 1 подписан Полем Гогеном. Ответ на поставленный ранее вопрос всплывает сам собой. Конечно, картины этого гениального художника не могут не быть результатом творческого полета, и глупо пытаться доказывать обратное. Но начав знакомиться с картиной ближе, обнаруживаешь настораживающие факты. В каталоге музея «Метрополитен» картина значится как: Стиль Поля Гогена «Натюрморт».

Итак, возникает вопрос: что это, работа гения или гениальная имитация? Это полет творчества или мастерство ремесленника? Нет четкой границы между этими понятиями, нет объективных критериев их оценки. Независимо от ответа на поставленные вопросы картина находится в музее «Метрополитен» в Нью-Йорке и радует глаз поклонников творчества Поля Гогена. Так же и в задачах управления всё зависит от того, в интересах кого решается конкретная задача и как заказчик воспринимает предложенное решение. Таким образом, на ожидаемый результат



Рис. 2

серьезное влияние оказывает субъективный фактор заказчика. Подтверждением этого является натюрморт на рисунке 2.

Этот натюрморт нарисовал ребенок в возрасте 5 лет [3]. Можно точно утверждать, что элемент творчества в этой картине несоизмеримо выше, чем у предыдущего натюрморта в стиле Поля Гогена. Для целевой аудитории зрителей этот натюрморт безусловно превосходит работы всех художников. Отдельным выводом в описанной ситуации может быть подтверждение непреложной истины о том, что у взрослого человека творческое начало ребенка постепенно замещается техническими навыками.

Есть ещё одна особенность человеческой природы. Наглядность восприятия может полностью теряться при попытке ее описания. Давайте посмотрим на ещё один натюрморт (рис. 3), написанный нашим современником, русским художником, живущим и творящим в Париже, Кандинским-ДАЕ Александром Очёр.



Рис. 3

118654
TDIU
kutubxonasi

Яркая, с насыщенной цветовой гаммой, жизнерадостная картина с интригующим названием «Завтрак дегенерата» радует глаз и вызывает положительные эмоции. Художник стал основателем нового направления в живописи — экспрессивный сублиматизм, определяющегося как «Соотношение световых отношений пропорционально цветовым отношениям, равным перспективным модуляциям вибрацентральных пластических аспектов светоцветовых потоков, синтезирующихся в подсознательных мироощущенческих восприятиях периферической и центральной нервной системы человеческого организма, выталкивающихся своеобразными поведенческими моторико-психопатическими энергосбалансированными направляющими каждого индивида». Прочитав такое определение для направления в живописи и попытавшись осмыслить его, для думающего человека становится ясно, что формулировка гипотезы Пуанкаре уже не кажется такой уж сложной.

Приведенные примеры создают впечатление элитарности некоторых видов человеческой деятельности. И в ряде случаев это суждение может быть верным. Но зачастую это относится к людям, стремящимся отнести себя к кругу элиты, склонных считать себя принадлежащими к лучшей, избранной части общества. Такие устремления свойственны относительно небольшому числу людей, которые не могут вырваться из своего круга общения и таким образом находят себе оправдание. Автор натюрморта на рисунке 2 точно не думал о своей элитарности, он просто делал то, что ему нравится, и наслаждался результатами своего труда.

Теория и практика управления не могут быть элитарным видом человеческой деятельности, потому что в процессе управления задействованы разные люди, а в крупных компаниях их число может доходить до сотен и тысяч. В то же время на этом небосклоне всегда есть место для ярких звезд. Отсюда вытекают два вывода. Во-первых, задачи, их решения и ожидаемые результаты должны быть изложены максимально понятным языком, принимаемым и воспринимаемым всеми участниками процесса. Во-вторых, подготовка, постоянное обучение управленческих кадров и наличие программ их профессионального роста является ключевой задачей любой компании, думающей о своем будущем.

Безусловным компонентом развития систем управления является эволюция техники и технологий производства. Переход от ручного труда

к машинному, конвейерное производство, автоматизация и наступивший этап цифровизации человеческой деятельности создают соответствующие возможности, стандарты и технологии управления, расширяют природные возможности человека. Давайте рассмотрим влияние используемых технологий на применяемые системы управления. Если заглянуть в историю, то первым управленческим воздействием была устная речь, которая позволяла получить результат в момент отдачи команды на расстояние распространения звука голоса. Письменные указания позволили передавать команды на расстояние без искажения их в устной интерпретации и фиксировать их содержание для многократного использования. Письменный отчет дает возможность проверки исполнения команды без прямого контакта с исполнителем. Дальше развитие систем управления в части коммуникаций шло по пути использования новых достижений техники. Это продолжалось до тех пор, пока не появилась возможность создания технических систем, обладающих свойствами рефлексии: когда системе не требуется внешнего принятия решения, она действует без участия человека по заранее определенному алгоритму, описывающему конкретную ситуацию. Первым шагом в этом направлении была автоматизация технологических процессов, когда технику научили реагировать на внешние воздействия без участия человека. Например, на участке кабельной линии произошло короткое замыкание. Релейная защита дает команду коммутирующему устройству отключить линию и локализовать аварию. На этом функция автоматики завершается. Далее начинается работа людей по определению участка линии, на котором произошло короткое замыкание, поиску вариантов шунтирования этого участка, подключению потребителей по ремонтным схемам, и на каждом этапе происходят отслеживание ситуации, отдача и исполнение команд персоналом диспетчерской и оперативной выездной бригады. С наступлением технической революции 4.0 произошла и революция в системах управления. В том же примере алгоритм действий будет уже другим: датчики определили поврежденный участок, коммутационные аппараты отключили его, по заранее отработанным алгоритмам выбора решения автоматически находится вариант восстановления электроснабжения, и коммутационные аппараты по автоматически выбранному алгоритму подключают потребителей, отключив аварийный участок и уведомив об этом диспетчера и технического руководителя, одновре-

менно направив заявку на выполнение ремонтных работ в автоматически формируемый перечень неисправностей сети. В этом случае человек видит факт произошедшего и принимает решение о сроках и объеме работ по восстановлению поврежденного участка кабельной линии. Если в случае автоматизации и при участии человека на восстановление электроснабжения потребителей уходят часы, то в цифровой сети это происходит в течение секунд.

Здесь будет уместно ответить на часто задаваемый вопрос: чем отличается автоматизация от цифровизации? Давайте разберемся с терминологией. Начнем с автоматизации: «Применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях для их выполнения и управления ими без непосредственного участия людей, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции» [4].

Достаточно емко и привычно. Такого же полного и завершенного определения для цифровизации до 2019 года не было [5], понятие «цифровизация» сводилось к распространенной формуле: «Переход на цифровой способ связи, записи и передачи данных с помощью цифровых устройств». Это определение дает ложный посыл, говорящий что достаточно существующие автоматизированные системы перевести из аналогового в цифровое состояние, и мы получим цифровую экономику.

Ключевой целью цифровизации является организация текущей деятельности объекта цифровизации оптимальным образом, исключающим человеческий фактор из цепочки принятия рутинных управленческих решений. Давайте вспомним, что в 60–90-е годы прошлого века бурное развитие получила не только вычислительная техника, но и процессный подход к управлению. IT-технологии развивались на глазах всего общества и позволили компьютеру войти в жизнь практически каждого человека. Параллельно шло развитие процессного управления, позволившего перейти от управления разрозненными функциями структурных подразделений к управлению сетью взаимосвязанных бизнес-процессов, пройдя путь от научных исследований до реального практического применения. Но на том этапе процессное управление не стало повсеместно используемым инструментом. И только в нулевые годы XXI века технологии встретились и создали возможность для автоматизации сквозных бизнес-процессов управления, использующих технологию

BIG DATA. Именно автоматизированные, сквозные, адаптируемые, использующие современные IT-методы бизнес-процессы позволяют обеспечить взаимодействие и функционирование технологических и управленческих операций с получением запрограммированного результата без участия человека в рутинных процессах.

Цифровизация в экономике, промышленности и инфраструктуре — единый комплекс технических и управленческих операций, выполняемых в потоковом режиме автоматизированных сквозных адаптируемых бизнес-процессов с применением технологий BIG DATA и исключением участия человека из процесса принятия рутинных решений.

Процесс перехода от автоматизации к цифровизации отражен на рисунке 4.

Но это только технологическая составляющая цифровизации. Ключевым участником формирования и управления процессом цифровиза-

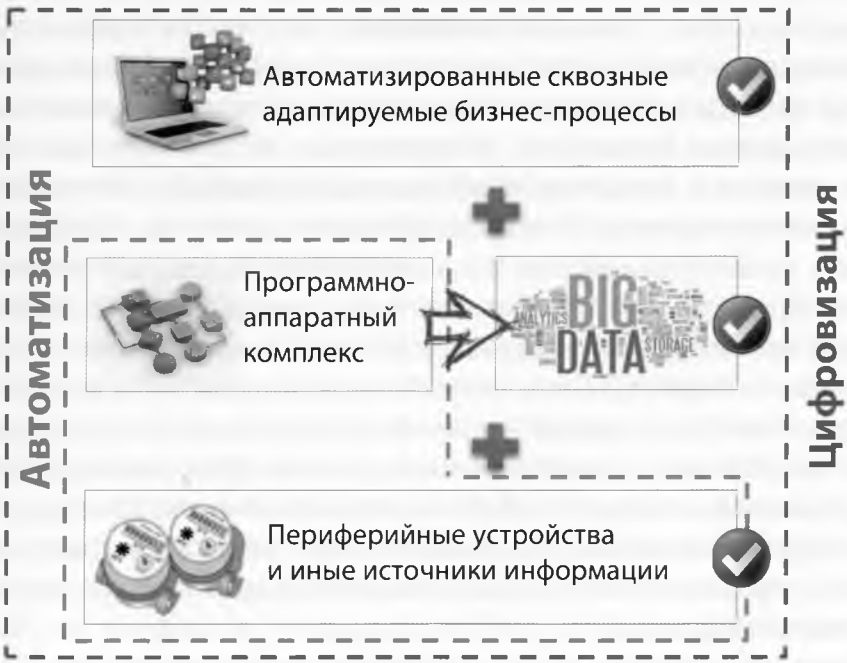


Рис. 4

ции является человек. Если раньше развитие общества противопоставляло человека и машину, считая их соперниками, борющимися за рабочие места, то сегодня их эффективное взаимодействие становится ключевым трендом развития. При этом вложения в цифровизацию должны направляться прежде всего на развитие талантливых специалистов, а уже потом на технологии. Производственный процесс перестает быть инструментом для решения набора последовательных задач, линейная модель бизнес-процессов уже не соответствует современным требованиям. В конкурентном бизнесе успешное взаимодействие человека и машины позволяет создавать устойчивые адаптируемые бизнес-процессы, что дает возможность компании преодолевать внешние и внутренние вызовы и ускоренно развивать технологические и управленческие процессы.

Механизация и автоматизация производства позволили человеку избавиться от тяжелого физического труда, переложив его на машины и механизмы. Цифровизация избавляет человека от необходимости принятия рутинных, обыденных решений, перекладывая эту функцию на программно-аппаратные комплексы. При исполнении рутинных операций цифровизация снижает зависимость от человеческого фактора и приводит к кардинальному ускорению процессов принятия решений, точности их исполнения, минимизации риска возникновения ошибок и высвобождению персонала. У сотрудников остается больше времени для осмысления и принятия нестандартных решений и улучшения бизнеса в части управления и технологических процессов. Цифровизация позволяет значительно расширить возможности человека и повысить его удовлетворенность от работы за счет того, что он доверяет исполнение стандартизированных, измеряемых и логически выстроенных процессов программно-аппаратным комплексам, а сам делает то, для чего лучше всего приспособлен человек — анализирует и находит нестандартные, а порой нелогичные, но эффективные решения. Объединение двух абсолютно разных начал создает симбиоз разных видов деятельности. Именно из цифровизации как процесса тесного взаимодействия человека и машины компании могут извлечь максимальные выгоды, инвестируя в цифровые технологии.

Необходимо отметить, что при наступлении нового этапа технического развития не исчезают предыдущие достижения и формы управления.

Они становятся более доступными, меняют свое назначение или масштаб применения, уходят в быт, но не исчезают полностью. Новые формы управления развиваются на крупных предприятиях, позволяя повысить эффективность их функционирования. В то же время небольшие предприятия вполне могут успешно использовать уже существующие, отработанные способы добиваться максимального эффекта в процессе управления и в бизнесе. Если группа из трех человек разрабатывает прорывную технологию или оборудование, которое станет бестселлером рынка, это не значит, что им требуется цифровизация процесса управления. Они всегда устно договорятся между собой, чем каждый из них будет заниматься, и может быть зафиксируют свои договоренности на листе бумаги для того, чтобы не забыть и не упустить детали. В то же время когда крупные компании продолжают использовать методы управления, не предусматривающие передачу полномочий на места, когда решения принимаются только после согласования с первым руководителем и вся вертикаль управления работает только для трансляции информации первому лицу и команд от первого лица, такие компании ничего хорошего на рынке не ждет, они теряют свою эффективность и стоимость, а если не являются монополистами, то и сам бизнес.

Отсюда ещё один вывод: вид применяемой системы управления зависит от масштаба компании, количества управленцев и разнообразия их функционала, количества контрагентов, требований рынка, регуляторных и рыночных условий, в которых функционирует компания, и является прямым следствием целесообразного выбора менеджмента, отвечающего за ее успешность и развитие.

Задачей любой системы управления является разделение функционала компании на удобные и допустимые для исполнителей величины и управление объединением полученных ими результатов. В крупных компаниях отсутствие дифференциации управления с учетом специализации менеджмента, передачи прав и обязанностей по принятию решений на соответствующий профессиональный уровень ведет к окостенению системы управления директивными авторитарными методами.

Современный этап развития техники позволяет человеку выйти за пределы его природных возможностей не только в физиологическом смысле (этот вопрос решила механизация труда), но и в области интеллекта, за счет увеличения скорости получения и анализа, объемов обра-

ботки структурированных данных, полученных в том числе из неструктурированных источников, передачи информации и управленческих команд, наличия оборудования, способного выполнять такие команды. При этом говорить об искусственном интеллекте пока преждевременно. Машины лишены главных человеческих качеств — эмоций, желаний, чувства юмора, креативного мышления, социального опыта, ведущих порой к нелогичным поступкам и решениям, позволяющим получать нетривиальные, прорывные результаты. Человек и машина стали взаимодополняющими частями единого целого. Человек, принимая решение, как правило, не имеет полного объема информации и находит решение исходя из своего опыта и неформальной логики, чего не может делать машина. В то же время машина легко обрабатывает гигантские объемы информации, которые человек не в состоянии охватить. Именно здесь возникает синергия возможностей человека и машины, возникают смешанные виды деятельности человека и машины, «недостающая середина» в их взаимодействии [6]. Сегодня машины и механизмы, программно-аппаратные комплексы достигли уровня управляемой рефлексии за счет возможности анализа исходных данных, самообучения и исполнения команд по заранее заложенным алгоритмам. Этот шаг в их развитии позволяет говорить об изменении парадигмы управления, о переходе от традиционных централизованно-функциональных принципов к системе управления универсальным множеством объектов.

В этой книге рассмотрены традиционные формы систем управления, области их применения, сформулированы правила практического управления и оптимизации систем и структур. Подробно показано, как на практике выстраиваются современные системы управления универсальным множеством объектов на базе цифровизации как технологических, так и управленческих процессов. Накопленный опыт и проведенный анализ дают возможность обсудить направления дальнейшего развития систем управления и роль человека в цифровых системах.

Глава 1

Предпосылки к цифровой трансформации в России

Быстрый, эффективный, прорывной переход к цифровой экономике требует соответствующих базовых условий:

- ✓ нацеленность руководства страны на инновационное развитие;
- ✓ создание соответствующего правового, инвестиционного и социального климата;
- ✓ наличие запроса на кардинальное изменение и развитие экономики от граждан, бизнеса, государства;
- ✓ наличие технологических возможностей для проведения цифровизации экономики.

Банановыми называют те государства, экономика которых процветает за счет природных ресурсов. И не важно, это растущие в теплом климате бананы, монополия на производство луковиц тюльпана, торговля айсбергами или нефть и газ. Рано или поздно у экономики, построенной только на эксплуатации природных ресурсов, наступают объективные проблемы, тогда страна или переходит на новую экономическую модель,

построенную на дифференцированных доходах, развитии современных методов производства и внедрении прогрессивных технологий, не зависящих от природных ресурсов, или безвозвратно увязает в прошлом и хронически отстает от мирового экономического роста. Для понимания перспектив цифровой трансформации России необходимо увидеть тренды развития базовых условий реализации этого процесса.

1.1. Цифровизация российской экономики: популизм или экономический прагматизм государства?

Следствием четвертой промышленной революции должно стать изменение производственных отношений в компаниях, идущих этим путем. На этапах развития экономики, связанных с механизацией и автоматизацией производства, полученные результаты резко повышали производительность труда. Однако принятие управленческих решений, анализ данных, контроль исполнения поставленных задач оставались на уровне, сложившемся веками, менялись лишь способы и инструменты ведения подсчетов (камешки, счеты, калькулятор). Цифровизация экономики впервые вторгается в производственные отношения не только в области технологических процессов, но прежде всего в области принятия управленческих решений, приводит к изменению самого подхода к управлению экономикой. Цифровизация неминуемо приведет к строго выверенной регламентации процессов и будет находиться в остром противоречии с автократическими методами управления бизнесом и экономикой.

Сегодняшний этап развития искусственного интеллекта позволяет машинам принимать самостоятельные решения по заранее прописанным человеком бизнес-процессам, при этом машина не может генерировать новые решения, выполняя заложенную в нее процедуру, но может улучшать точность и скорость исполнения поступающих команд. Такая работа аппаратно-вычислительного комплекса соответствует понятию «рефлекс». Получение информации о состоянии системы, передача дан-

ных, их обработка и управление системой по заранее заложенным алгоритмам позволяют исключить человека из процесса принятия рутинных решений, увеличить скорость их принятия и точность выполнения операций, кардинально улучшая функционирование системы на этапе операционной работы, исключая задержки и ошибки исполнения, присущие человеку. Автократический стиль управления подразумевает вмешательство человека в принятие решений на любом этапе и уровне функционирования системы. Поэтому компания, вставшая на путь цифровой трансформации, может пойти только по одному из двух путей: сохраняя автократические подходы к управлению, провалит этот проект или добьется серьезного улучшения экономических показателей и своей конкурентоспособности, если резко понизит возможности менеджмента вмешиваться в процесс управления в части переданных под контроль цифровой системе рутинных процессов.

Цифровизация, помимо наведения структурного порядка в бизнесе, однозначно будет приводить к повышению его прозрачности и невозможности к волюнтаристским вмешательствам. Такие изменения требуют решения не только инженерных задач, но прежде всего управленческих. Таким образом, новые возможности техники привели к требованию изменения системы управления экономикой. Перед нами серьезный переломный вызов не только для менеджмента компаний, но и для управления экономикой в целом. Безусловным следствием этого процесса станет смена ментальности управленцев. Возможно ли пройти этот путь безболезненно и без потерь? Конечно нет. Вопрос в том, насколько менеджеры всех действующих уровней будут готовы к грядущим переменам.

Создание комфортной среды и стимулов для движения в этом направлении безусловно становится ключевой задачей для руководителя, идущего по пути цифровой трансформации управляемого им бизнеса. Это касается как отдельных компаний, отдельных отраслей, так и экономики в целом. Таким образом, четвертая промышленная революция создала серьезный вызов не только для отдельных производств или отраслей, но и для целых стран. Аналогичные примеры уже были в истории, когда внедрение машинного производства и огромный колониальный рынок сбыта товаров сделали Англию мировым промышленным лидером своего времени. Конвейерное производство и его активная автоматизация, прорыв на рынки других стран за счет качества и низкой цены произво-

димой продукции позволили США и Японии сделать рывок в экономическом развитии и удерживать занятые позиции до сегодняшнего дня.

Показателем состояния экономики страны является уровень ее валового внутреннего продукта (ВВП) и динамика его изменения. ВВП дает отражение рыночной стоимости всех товаров и услуг, произведенных страной в данном году. Номинальный ВВП, выраженный в долларах, точнее всего описывает положение дел в национальной экономике. В глобальной экономике важно понимать, какой объем товаров и услуг страна может предложить на открытый международный рынок или приобрести на нем, сколько денег страна может получить или потратить на эти цели. Это является точным показателем возможностей страны и перспектив ее участия в экономической конкуренции между странами за рынки знаний, кадров и технологий.

Качество жизни и ее продолжительность, образование, медицина, возможности для труда и отдыха в странах, различающихся по соотношению ВВП к ВВП по ППС (покупательной способности населения), отличается значительно. Наглядно этот тезис иллюстрирует сложившаяся реальность, отражающая уровень доходов населения (см. рис. 5).

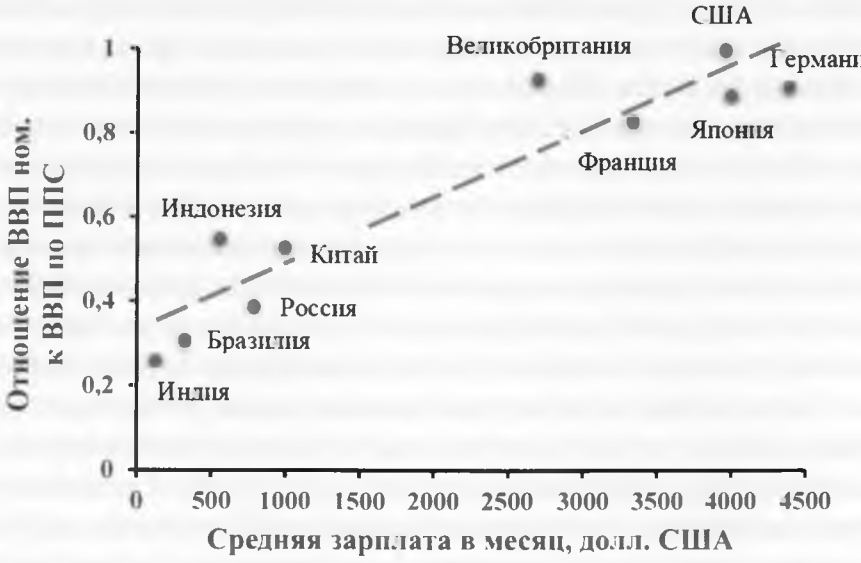


Рис. 5. Иллюстрация зависимости отношения номинального ВВП к ВВП по ППС от уровня доходов населения

Логика определения ВВП по ППС связана с конкретным конечным перечнем товаров и услуг и рассматривает возможность использования денег только для трансакционных операций. В отношении товаров и услуг не учитываются такие страновые факторы, как культура, привычки населения, особенности законодательства, а в отношении денег не учитывается тот факт, что они используются не только для трансакционных операций, но также являются инструментом накопления и инвестиций. Такое упрощение было допустимо в период ограниченного взаимодействия экономик разных стран и их самодостаточности. Формирование глобального рынка привело к тому, что появились страны, население которых получает доходы от реализации производимых ими товаров и услуг на мировом рынке за мировую валюту и обеспечивает этим поддержку своей национальной валюты. Это приводит к повышению стоимости национальной валюты и, как следствие, стоимости набора товаров и услуг, с помощью которого рассчитывают ВВП по ППС. Это говорит о том, что чем выше стоимость набора в мировой валюте, тем выше вовлеченность экономики государства в мировую торговлю. Зависимость конкурентоспособности и развитости экономик государств от отношения ВВП к ВВП по ППС показана на рисунке 6.

Использование такого показателя, как ВВП по ППС, для понимания экономической зрелости страны и благополучия ее граждан является общепринятым, но не всегда корректно отражает состояние экономики страны и уровень ее инновационного развития. Используем для анализа этого тезиса соотношение величины ВВП страны к ее ВВП по ППС, показывающее уровень вовлеченности в мировую торговлю и, как следствие, уровень конкурентоспособности страны на мировом рынке.

Сравните (см. таблицу 1), как выглядит динамика российского ВВП при использовании расчета по номиналу и пересчитанного по методикам перевода ВВП в ВВП по ППС.

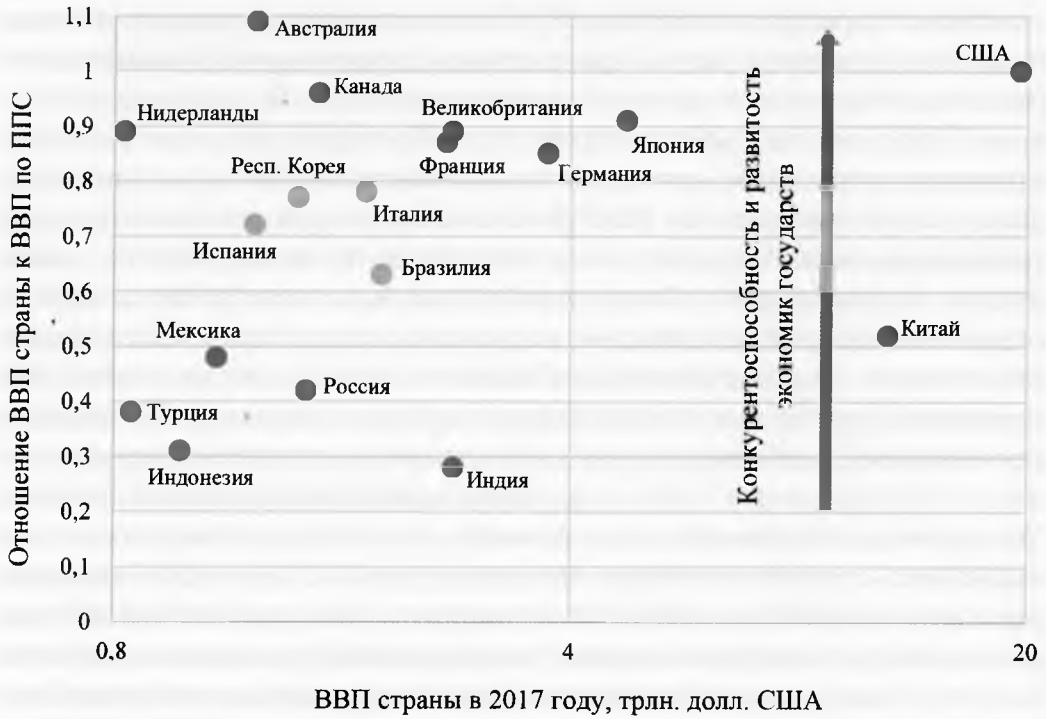


Рис. 6. Иллюстрация зависимости отношения номинального ВВП к ВВП по ППС от уровня вовлеченности страны в мировую торговлю

Таблица 1

№	Год	ВВП по ППС*	Динамика	ВВП по номиналу**	Динамика
1.	2013	3590		2113	
2.	2014	3612	+0,6%	1857	–12,1%
3.	2015	3471	–3,9%	1236	–33,4%

* в млрд долл. США 2018 года
** в млрд долл. США 2018 года

Замена величин ВВП на ВВП по ППС создает видимость готовности России экономически конкурировать с Германией и занять 5-е место в мировом рейтинге развития. Но если посмотреть на объем произведен-

ных товаров и услуг, становится ясно, что для России серьезной задачей является вхождение в первую десятку экономически развитых государств мира (см. таблицу 2).

Таблица 2

№	2018	ВВП*	2018	ВВП**	Доля***
1.	Китай	25279	США	20580	27,34
2.	США	20580	Китай	13368	17,76
3.	Индия	10485	Япония	4972	6,60
4.	Япония	5597	Германия	3951	5,25
5.	Германия	4343	Великобритания	2829	3,76
6.	Россия	4227	Франция	2780	3,69
7.	Индонезия	3496	Индия	2719	3,61
8.	Бразилия	3366	Италия	2076	2,76
9.	Великобритания	3039	Бразилия	1868	2,48
10.	Франция	2970	Ю. Корея	1720	2,28
11.			Канада	1712	2,27
12.			Россия	1657	2,20

* в млрд долл. США 2018 года по ППС
** в млрд долл. США 2018 года по номиналу
*** доля страны в общемировом ВВП

Потратить на развитие страны, приобретение на международном рынке товаров, услуг, технологий можно только реально заработанные деньги, выраженные в номинальном исчислении. От того, что ВВП по ППС по своей величине рассчитан в 2,5 раза выше номинального ВВП, не появляется возможности купить на рынке в 2,5 раза больше необходимых товаров. Страна может потратить столько денег, сколько она зарабатывает в номинальных показателях, при этом у страны с низкими доходами населения есть конкурентное преимущество в стоимости рабочей силы и конечной цене производимой продукции.

Реальная ситуация в экономике России, ее состояние и динамика за последние 10 лет вызывают серьезные опасения в отношении перспектив ее развития, имеющие под собой веские основания. Если в 2010 году ВВП России был 1632 млрд долл. США, то в 2019 году он составил 1610 млрд долл. США. Это говорит о том, что экономика России находится в состоянии стагнации, в то время как мировая экономика за этот период выросла с 66,025 трлн долл. США до 87,265 трлн долл. США, или на 32,2% [7]. Рисунок 7 отражает динамику развития лидирующих экономик мира и то, как Россия выглядит на их фоне. Из графика видно, что место России в производстве мирового валового продукта напрямую зависит от мировых цен на нефть, в то же время ни одна из лидирующих экономик мира не имеет зависимости своей доходной части от продаж энергоресурсов.

Выведение экономики из десятилетнего состояния рецессии возможно только по пути диверсификации экономики, смены экономических и социальных приоритетов, технологического прорыва, развития производства на базе высокотехнологичной продукции. Термином «технологичность продукции» определяют взаимосвязь продукции с новейшими известными методами ее конструирования, производства, транспорта, монтажа, эксплуатации и утилизации. Это отражается в затратах труда, машинного времени, материальных ресурсов и денежных средств. Таким образом, технологичность является экономическим понятием и отражает уровень развития не только техники, но и производственных отношений и социальной среды. Высокие технологии требуют соответствующего образовательного уровня персонала. В свою очередь, чем выше общий уровень образования, тем выше социальные запросы людей. Социально-экономические изменения станут «побочным» эффектом цифровой трансформации экономики страны. Прорывное развитие экономики России без развития её высокотехнологичных наукоемких секторов и, как следствие, без цифровизации невозможно.

Цифровая трансформация экономики не может рассматриваться как модный тренд, это естественный этап развития, подкрепленный современными технологиями. Применение этих технологий требует упорядочивания и наведения порядка в производственных процессах, использования современных программно-аппаратных комплексов, пери-

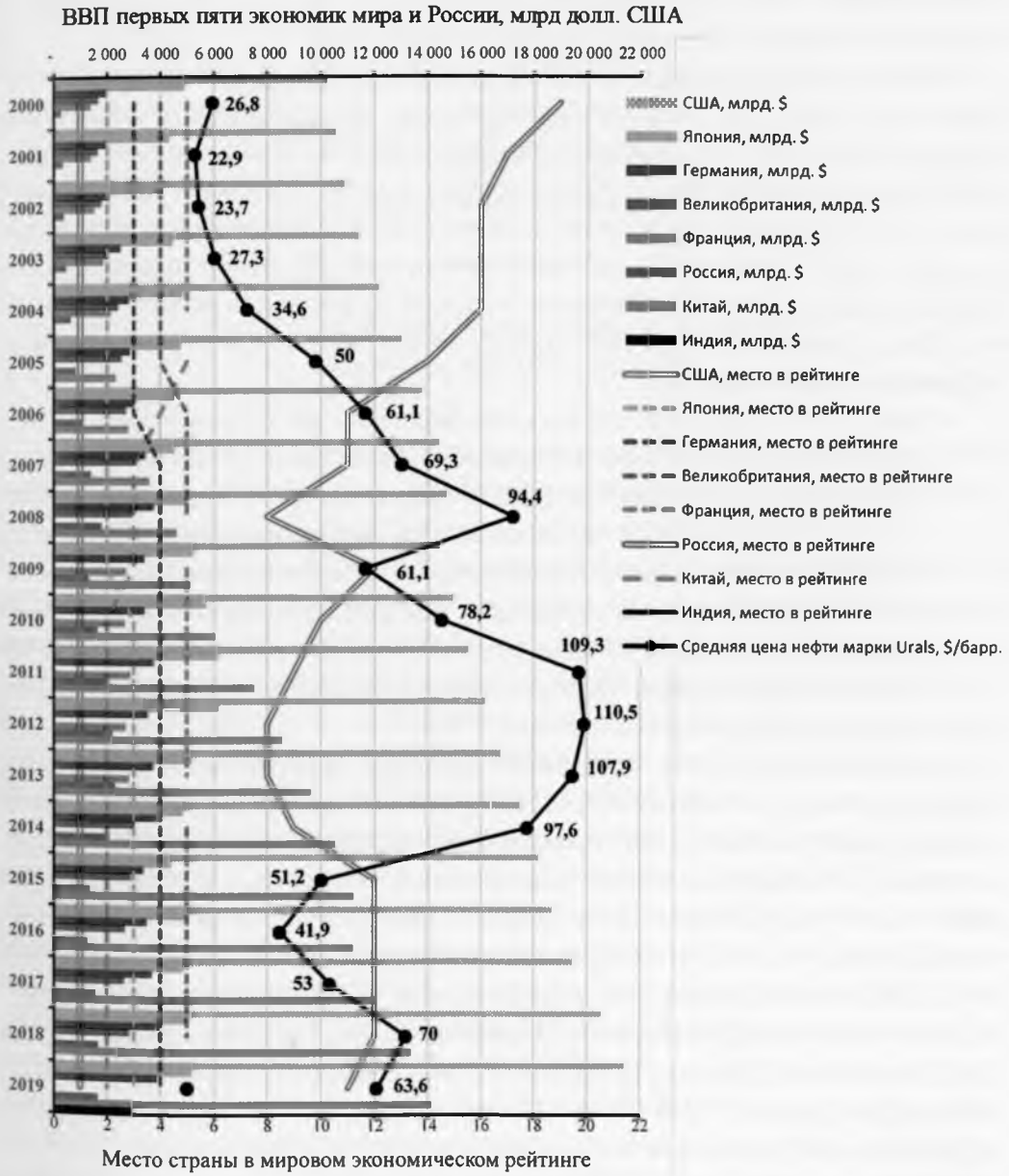


Рис. 7. Рейтинг и размер экономики России, привязанной к нефти, на фоне первой пятерки крупнейших экономик мира

ферийного оборудования новых поколений, но прежде всего изменения менталитета менеджмента. Всё это требует развития научной и инженерной базы, изменения производственных и инвестиционных правил, большей свободы и скорости принятия решений.

На старте цифровизации совершенно естественно ожидать резкое повышение спроса на высокотехнологичную продукцию отечественной промышленности. Это становится индикатором начала реальной цифровой трансформации экономики страны. Какую динамику показывает спрос на производство высокотехнологичной продукции в России за последние годы? Интересное исследование провел Институт проблем естественных монополий [8]. Динамика спроса на российскую промышленную продукцию по итогам 2017 года с учетом пятилетнего тренда сложилась следующим образом:

- низкотехнологичная продукция показала рекордный рост за последние 5 лет. Объемы выросли на 6,1 % к показателю 2016 года;
- среднетехнологичная продукция практически топталась на месте, но всё-таки показала положительное значение роста впервые за последние 5 лет. Рост к показателю 2016 года составил 1,4 %;
- высокотехнологичная продукция показала абсолютно провальные результаты. Отрицательная динамика на протяжении пяти лет не только сохранилась, но и ускорилась. Падение относительно показателя 2016 года составило 7,8 %.

Наглядно видно, что приоритет остается за низкоконкурентными производствами и технологиями, фокус развития направлен на сырьевой сектор. Достичь изменения тренда в этой ситуации административными методами, постановлениями, наказаниями точно не удастся. Прорыв может состояться только при условии перехода России на реальные инновационные рельсы, что безусловно требует радикально иного качества государственного и корпоративного управления и прежде всего выделяемых на цели преобразования и инновационного развития финансовых средств как в абсолютном выражении, так и в процентной составляющей в бюджете страны. В 2017 году Россия занимала 27-е место в рейтинге стран мира по уровню и величине расходов на НИОКР (рис. 8).

В мире идет реальная борьба за показатель темпов инновационного развития. Лидеры этой гонки становятся лидерами завтрашнего дня и формируют повестку мирового экономического развития.

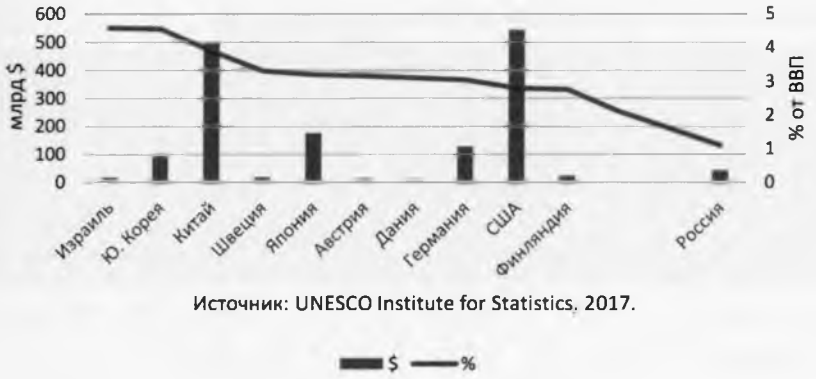


Рис. 8. Рейтинг стран мира по уровню и величине расходов на НИОКР в 2017 году

К сожалению, Россия в индексе инновационности экономики только за 2017 год опустилась сразу на 14 строчек, перешла на 26-е место и продолжает оставаться в конце третьего десятка стран (табл. 3).

Данные по инновационности экономики России показывают, что развитие инноваций находится в плачевном состоянии. Но столь потенциально мощная, имеющая огромные природные ресурсы и колоссальный исторический опыт развития и перемен страна не может быть аутсайдером мирового экономического развития. Страна, имеющая потенциал лидера, должна определить свое место среди передовых экономик мира. Но что на сегодняшний день является основным трендом развития экономики нашей страны, какие сектора имеют приоритетную поддержку со стороны государства и концентрируют финансовые возможности для своего развития? Это зависит от позиции государственной власти и приоритетов, определяемых ею на данном историческом этапе развития, от целей, которые ставят перед собой люди, определяющие пути развития страны. Государство по своей сути является политической организацией общества, отражающей интересы господствующих групп во главе с правительством и его органами, охраняющими существующий порядок и подавляющими политических противников. Цели и задачи господствующих политических групп определяют приоритеты развития страны, что проявляется через отношение государства к различным отраслям экономики путем фор-

Таблица 3

Bloomberg 2019 Индекс инновационных стран							
Место	Страна	Изменение позиции с 2018 года	ИИ*	Место	Страна	Изменение позиции с 2018 года	ИИ*
1	Юж. Корея	0	87,38	8	США	+3	83,21
2	Германия	+2	87,30	9	Япония	–3	81,96
3	Финляндия	+4	85,57	10	Франция	–1	81,67
4	Швейцария	+1	85,49				
5	Израиль	+5	84,78	16	Китай	+3	78,35
6	Сингапур	–3	84,49				
7	Швеция	–5	84,15	27	Россия	–2	66,81

* Индекс инновационности страны складывается из интенсивности научных исследований, концентрации высокотехнологичных производств, концентрации исследователей и других факторов

Источник: BLOOMBERG INNOVATION INDEX.

мирования механизмов управления их доходностью и уровнем налогов (рис. 9).

Представленные данные по доходности и налоговой нагрузке различных отраслей экономики России наглядно показывают, какие отрасли пользуются наибольшим вниманием государства, где сосредоточены его ключевые интересы, возможности для развития и для каких отраслей создаются благоприятные налоговые условия. Прежде всего это отрасли, связанные с добычей, транспортировкой и переработкой нефти и газа. Их прибыль составляет 2/3 от суммарной прибыли всех отраслей российской экономики.

Важен и подход государства к величине налоговой нагрузки для различных отраслей. В абсолютной величине налоговые отчисления могут быть большими или сравнительно маленькими, но важно видеть показа-

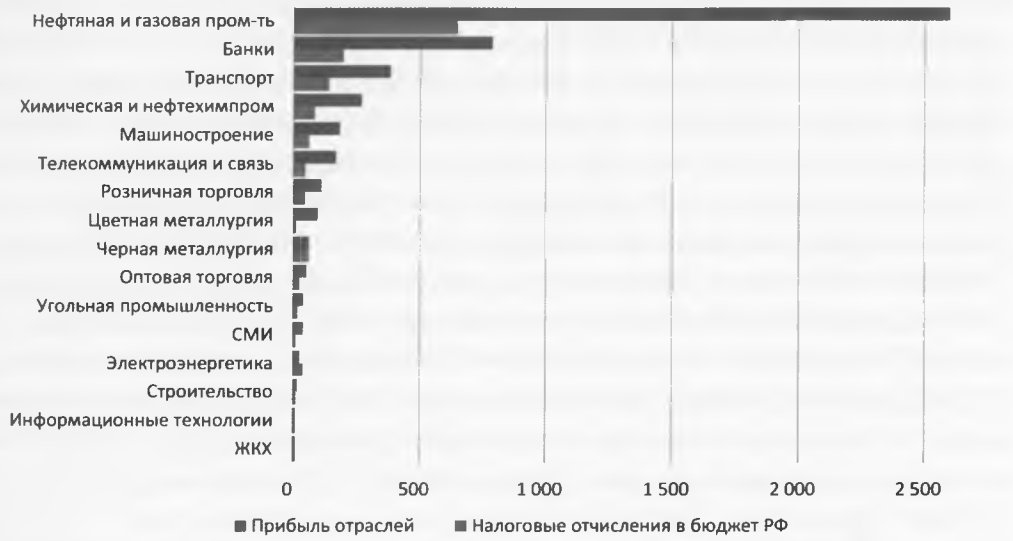


Рис. 9. Доходность отраслей экономики России в 2017 году, млрд руб.

тель их относительной величины, потому что именно разница между прибылью и уплаченными налогами составляет финансовую базу для развития и реформирования отрасли. Управляя этой величиной, государство дает ясные сигналы в отношении приоритетности и перспектив развития каждой конкретной отрасли экономики.

Как бы мы ни относились к доминированию в нашей экономике нефти и газа, но сама отрасль безусловно является важнейшей составляющей частью реального сектора экономики России, и ее работа вызывает уважение. Можно сложившуюся ситуацию называть нашим проклятием, сырьевой иглой, но эти выражения скорее отражают отношение не к отрасли, а к тому, каким образом и на какие цели расходуются колоссальные доходы, полученные за счет продажи природных ресурсов.

Не меньший интерес представляют собой показатели прибыльности и налоговой нагрузки банковского сектора, занимающего почетное второе место в рейтинге доходности. В 2017 году консолидированная прибыль банков составила 790 миллиардов рублей несмотря на то, что ряд банков получил суммарный чистый убыток в размере 1,6 триллиона рублей. Эти убытки не легли на плечи банковского сообщества, а были покрыты за счет бюджетных денег, Фонда национального благосостояния (ФНБ) и допол-

нительной эмиссии денежной массы. Иными словами, забирая пакеты акций санируемых банков и выплачивая их многомиллиардные долги, государство за счет налогоплательщиков и других отраслей экономики, путем тривиального вливания в банковский сектор дополнительных живых денег, по сути, создает для этой отрасли дополнительную чистую прибыль. Таким образом, чистую прибыль банковского сектора условно можно считать как сумму полученной отчетной прибыли и денежной массы, направленную в этот сектор экономики на компенсацию понесенных убытков за счет сокращения финансовых потоков в другие её сектора, следующим образом: 790 млрд руб. + 1,6 трлн руб. = 2,39 трлн руб. А это уже сопоставимо с прибылью нефтяной и газовой отрасли в 2017 году. При этом величина налогов банковского сектора осталась на прежнем уровне в абсолютном исчислении и резко снизилась в относительном. И это не является разовой акцией одного года. По оценке международного рейтингового агентства Fitch, с 2014 по 2017 год на спасение российских банков государство потратило 3,2 триллиона рублей. Только на санацию трех частных банковских групп («Траст», «Рост Банк» и «Автовазбанк») Центральный банк РФ потратил 2,62 трлн рублей, как сказала в интервью Reuters (06.06.2018) председатель ЦБ Эльвира Набиуллина и добавила: «В настоящее время рассматривается вопрос о предоставлении дополнительных средств в форме депозитов для формирования банка непрофильных активов и передачи на его баланс непрофильных и проблемных активов «Открытия» и «Бинбанка». Это деньги, которые не пришли в реальный сектор экономики. Подтверждением приоритетного отношения государства не к реальному сектору экономики, а к банковской системе как к инструменту накопительства и ростовщичества послужили действия по расходованию Фонда национального благосостояния в период развивающегося мирового экономического кризиса 2020 года. В апреле правительство выкупило у Центрального банка 50% + 1 акцию «Сбербанка» за 2,14 трлн руб., использовав средства ФНБ. Эта сделка позволила ЦБ не только покрыть убытки (только за 2017–2018 годы составили около 870 млрд руб.), связанные с санацией банков, но и продолжить поддерживать разорившиеся банки, списать или рефинансировать долги военно-промышленного комплекса. Такие действия сдерживают экономическое и технологическое развитие реального сектора, в том числе работающего на оборону нашей страны, и закрепляют научно-техническое отставание России.

Но даже в рамках одного экономического сектора правила игры не одинаковы для всех её участников. Если банки, вошедшие в список системно значимых предприятий России, всегда могут рассчитывать на государственную поддержку и используют ее, то для более мелких банков такой инструмент невозможен, и это грозит им банкротством и поглощением государственными банками. Это показывает приоритеты государства внутри банковского сектора — поддержка крупных игроков, в том числе глубоко убыточных, и жесткое регуляторное отношение к прочим. Такой подход ясно указывает на то, что государство занимается зачисткой банковского сектора и созданием банковской олигополии из ограниченного числа банков. Государство формирует ключевую и постоянно растущую роль банков в экономике России (см. рис. 10).

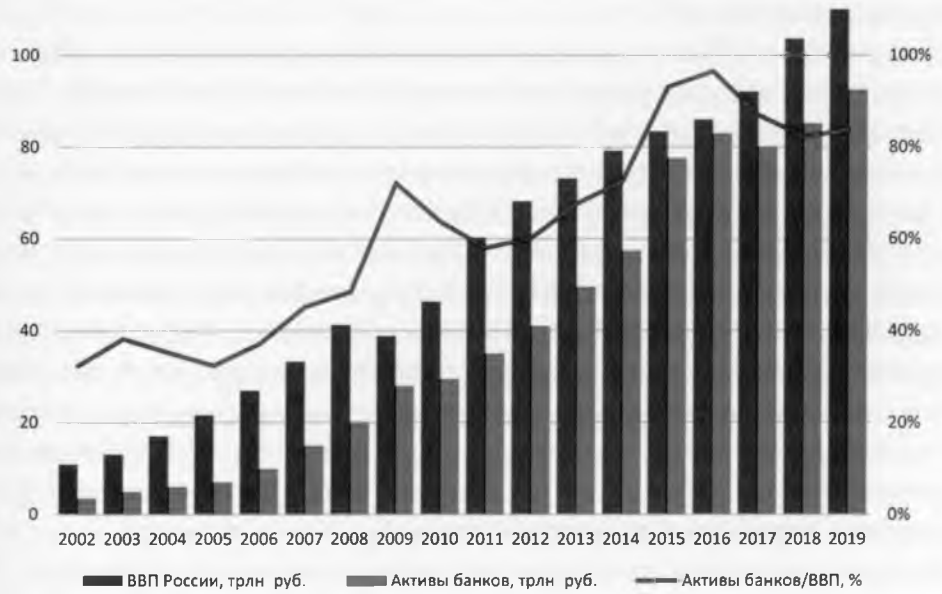


Рис. 10. Роль банковского сектора в экономике России

При этом усиление банковского сектора могло бы стать базой для развития реального сектора экономики. Это процесс, схожий с этапом первоначального накопления капитала. Но на сегодняшний день не озвучена цель процесса централизации банковского сектора — создание монополий по аналогии с нефтегазовым сектором или укрепление бан-

ков как финансового института для развития реального сектора экономики? Если бы государством была поставлена задача развития базовых институтов для обеспечения успешного функционирования реального сектора экономики, то эта задача была бы оцифрована, имела цели и сроки ее выполнения. Отсутствие такой программы говорит о том, что государство идет по пути монополизации банковского сектора с целью извлечения максимальной прибыли для него. Такой подход довольно скоро столкнется с аналогичными управленческими проблемами и результатом работы менеджмента, как на госпредприятиях нефтегазовой отрасли. Вкладывая ресурсы в монополизацию банковского сектора, а не в развитие технологий, промышленности, человеческого капитала, правовой системы, государству остается ответить на ключевой вопрос: как банки будут выживать при прогрессирующем уменьшении реального сектора экономики?

Исторически в России царствует сырьевая экономика, но теперь стало очевидным, что у государства есть второй столп — банковский сектор. Как это ни прискорбно констатировать, но вся экономика страны строится на выкачивании полезных ископаемых и банковских спекуляциях, т. е. на ренте и ростовщичестве. Оставаясь и концентрируясь в банковском секторе, деньги не поступают на развитие фундаментальной и прикладной науки, строительство современных отраслей реальной экономики, внедрение передовых достижений мировой техники и управление ресурсами и издержками. Затраты на эти проекты не могут обеспечить привычный для банков размер возврата на вложенный капитал в краткосрочной перспективе, а на долгосрочное мышление и планирование, как показывают приведенные доводы, управленцы, отвечающие за будущее экономики страны, пока не перешли.

Текущая экономическая политика не направлена на развитие сегментов хозяйственной деятельности, создающих базу и возможности для прорывного развития экономики. Ключевая для реализации инновационного развития страны отрасль информационных технологий всю полученную прибыль направляет на уплату налогов (см. рис. 8), что лишает ее возможностей развития по всем направлениям — наука, технологии, производственная база, выход на зарубежные рынки. Важная для создания комфортных условий жизни и развития человеческого капитала отрасль ЖКХ лишена возможностей своего развития по той же причине.

Системообразующая, инфраструктурная отрасль экономики страны энергетика, обеспечивающая базу не только развития, но и текущего функционирования всех других отраслей экономики, заплатила налогов больше, чем получила прибыли. Такой подход ведет к стагнации отрасли, не дает возможности для развития новых технологий, разрушает единую энергосистему страны, вынуждая крупных промышленных игроков создавать локальные генерирующие мощности для обеспечения энергией собственных производств и связанные с ними инфраструктурные и бытовые объекты, что приводит к снижению надежности энергосистемы в целом и повышению стоимости энергоснабжения потребителей.

Жесткая вертикаль управления не дает развиваться институтам конкуренции и отбора лучших решений, привлечения профессиональных кадров и лучших специалистов отраслевой практики, честности и справедливости арбитража и открытости для обмена передовыми решениями, востребованности результатов фундаментальной науки в прикладных областях экономики, в конечном счете устанавливает правила игры, не позволяющие экономике страны развиваться эффективно. Важность таких правил заключается в том, что они создают и определяют экономические, социальные институты, внешнюю политику, в том числе торговую. Если политические институты обеспечивают участие всех граждан в политическом процессе, то политические руководители знают, что они зависят от граждан, и тем самым они выбирают экономическую политику, которая приносит блага не только элите, но и всему народу. В этом смысле институты представляют собой критерии первостепенной важности [9].

Создание цифровой экономики потребует изменения устоявшихся взглядов на развитие самой экономики. Должно прийти понимание, что будущее экономики — за ее реальным сектором во всех его проявлениях. Этап накопления капиталов пройден, и теперь они должны работать на экономику страны. Государство, ставя задачу ускоренного развития экономики, ее цифровизации, должно обеспечить механизмы наполнения реального сектора экономики финансовыми ресурсами. Как следствие, банковский сектор должен начать выполнять сервисную функцию по отношению к реальному сектору экономики, развиваться и зарабатывать на его расширении и совершенствовании. Основной экономической целью государства должна стать задача вернуть в реальную экономику сот-

ни миллиардов рублей, расходуемых из бюджета и национальных фондов на поддержание ростовщической модели зарабатывания прибыли, создание для бизнеса комфортных условий развития. Развитие реального сектора экономики, человеческого капитала является признаком развития по пути экономического прагматизма, который дает практический шанс развития страны в целом. Продолжение эксплуатации природных ресурсов без изменения правил игры в распределении доходной части, в развитии реального сектора экономики и в ее структуре говорит о том, что мы сталкиваемся с банальным популизмом, направленным на продление периода обогащения элит.

Представленный анализ ситуации, перспектив и направлений развития российской экономики приводит к следующим выводам:

- ✓ в настоящее время у руководства страны инновационное развитие не стоит в приоритете;
- ✓ экономической базой России по-прежнему остается сырье;
- ✓ взят тренд на монополизацию банковского сектора;
- ✓ люди и реальные сектора экономики становятся «второй нефтью».

Хотелось бы отдельно остановиться на последнем тезисе, на первый взгляд несущем негативную констатацию. Но давайте посмотрим, как это выглядит с точки зрения экономических реалий. При наполнении бюджета в основном от доходов сырьевого сектора человек и иные сектора экономики, малый и средний бизнес в настоящее время рассматриваются государством как неэффективная нагрузка, которая требует расходов из бюджета, формируемого сырьевым сектором. При снижении доходности сырьевого сектора степень зависимости наполнения бюджета от налоговых поступлений от других секторов экономики, среднего и малого бизнеса, физических лиц увеличивается. В ситуации драматического снижения цен и объемов потребления ископаемых энергоносителей во всем мире их значимость в пополнении российского бюджета в перспективе резко падает. Дальше есть два пути. Первый — короткий и эффективный, здесь и сейчас — изъятие имеющихся активов, накопленных населением и малым бизнесом. Второй — создание для несырьевых секторов экономики условий для развития и увеличения налоговых поступлений. Вся история России говорит о том, что государство сначала идет первым путем, заходит в тупик и через драматические изменения переходит на второй путь. Кроме того, серьезными вызовами для государства становятся субъектность

участников пополнения бюджета, резкое увеличение контролируемой базы. Сырьевая доходность бюджета легко администрируется. Весь цикл контроля расходов и доходов укрупненно составляет три этапа — добыча, транспортировка, продажа. Количество компаний и круг должностных лиц, участвующих в переговорах по выработке правил игры и принимающих решения по взаимодействию государства и сырьевого бизнеса, имеет небольшую конечную величину, способную физически разместиться за одним большим столом, и управляется со стороны государства. Другая картина складывается, когда пополнение бюджета зависит от практически неограниченного числа физических и юридических лиц. Двухсторонние переговоры и договоренности физически невозможны. В этих условиях требуется создание и выполнение правил, которые будут выполняться всеми сторонами. Это реализуемо только в случае, если эти правила целесообразны и выгодны абсолютному большинству всех участников. В противном случае, если правила не будут способствовать развитию участников процесса, а работать только на одну из сторон, компании и люди будут искать и находить пути минимизации своих издержек. Государство должно будет доказывать, что полученные налоги направлены на создание лучших условий жизни своих граждан, улучшение инвестиционного климата, создание условий для работы и развития бизнеса. В такой ситуации может измениться парадигма российского государства. Перестает работать формула «человек для государства», начинает работать формула «государство для человека». Именно в этом кроется причина нежелания современного российского государства отказаться от сырьевой модели своего развития и тем самым разрушить многовековые каноны своих базовых интересов.

Таким образом, выражение «человек вторая нефть» скорее несет положительную констатацию. Государство начинает нуждаться в своих гражданах, перестает рассматривать их наличие как тяжелую обязанность делиться доходами от продаж сырья. Процесс этот долгий и требует серьезных ментальных изменений как с одной, так и с другой стороны.

Наглядным примером ситуационного изменения подходов государства стал тот факт, что с его стороны поменялось отношение к IT-компаниям, производящим программное обеспечение (ПО). Ситуация в отрасли развивалась таким образом, что средняя выручка российских разработчиков ПО в мае 2020 года упала почти вдвое по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, а 10% компаний заявили

о падении выручки более чем на 90%. По оценкам лидеров IT-отрасли, в 2020–2021 годах Россию могут покинуть 10–15 тысяч IT-специалистов. Это стало следствием пандемии COVID-19, ухудшением состояния мировой экономики, но в не меньшей степени и следствием неэффективного налогового управления отраслью со стороны государства. Угроза потери столь важного современного направления экономики страны привела к тому, что государство приняло решение снизить для IT-компаний страховые взносы с 14 до 7,6%, а налог на прибыль — с 20 до 3%. Это серьезное и непростое решение, влекущее за собой колоссальные ментальные сдвиги в государственной экономической стратегии.

Но даже столь прорывное решение оставляет вопросы:

1. Почему средняя выручка разработчиков ПО в России упала почти вдвое, в то время как в мире IT-расходы уменьшились на 5–8%, а на IT-инфраструктуру выросли на 4%? Это говорит о том, что российские IT-компании являются составной частью мирового IT-рынка, а принятие решений о сворачивании конкретных программ принимается за пределами России, основным потребителем российского ПО является не российский рынок.
2. Почему решение принято только для компаний производителей программного обеспечения? ПО само по себе не является самодостаточным продуктом. Для его успешного функционирования необходимы элементная база современной вычислительной техники, инфраструктурные технологии и оборудование, периферийные устройства, компьютеры, смартфоны, дата-центры. Логичным развитием принятого государством решения по снижению нагрузки на компании, производящие ПО, был бы аналогичный шаг в отношении сопутствующих отраслей и, как следствие, в отношении развития всего реального сектора экономики.
3. На сегодняшний день налоговые органы признают IT-компаниями только те, которые создают 90% своего ПО под заказ конкретного подрядчика. Компании, создающие ПО для его продажи на рынке, таковыми не признаются, налоговики подходят к ним так же, как к любым продавцам товаров. Таким образом, выигрыш от объявленных снижений налогов могут получить только IT-компании, которые работают по контракту под заказ конкретного ПО от крупных корпораций или государственных органов. В таком слу-

чае облегчения налогового бремени для рынка разработки IT не произойдет.

Остается сделать очевидный вывод о том, что если государство сделало первый шаг по снижению налогового давления на производственные компании и дальше будет двигаться в этом направлении, то у России есть шанс перейти на путь инновационного развития. Но может быть и другое объяснение. Нефтегазовая отрасль перестала быть высокодоходной, и начался поиск нового источника обогащения узкого круга лиц. В этом случае ничего для экономики России не изменится.

Данный пример ситуативного изменения подхода государства к конкретной отрасли позволяет констатировать, что у власти есть возможности по реализации изменений, созданию условий для развития России, не использованные в двадцатилетний период высоких цен на нефть и газ, получения колоссальных доходов, измеряемых триллионами долларов и заявлениями властей о необходимости избавиться от «нефтяной иглы».

Эта книга посвящена тому, как в условиях окружающего пессимизма можно и нужно делать свое дело, как в этих условиях в электросетевой компании «Башкирэнерго», являющейся инфраструктурным региональным субъектом, реализовали программу Smart Grid, изменили систему управления и создали единую цифровую платформу функционирования бизнеса.

1.2. Запрос на цифровое развитие

Показателем создания базы для изменения ситуации в стране в направлении развития являются несколько факторов:

- ✓ наличие запроса со стороны государства, бизнеса и населения на переход к новым технологиям, методам управления, получение новых видов товаров и услуг;
- ✓ переход отраслей экономики на современную управленческую и технологическую базу как ключевая задача для государства;
- ✓ наличие и мониторинг критериев, квалифицирующих уровень и соответствие действующих в России систем управления современным мировым стандартам;

- ✓ наличие и мониторинг критериев, характеризующих насколько выпускаемая в России продукция соответствует современным мировым стандартам технологичности.

Реализация этих базовых факторов безусловно окажет влияние на расстановку приоритетов при разработке и реализации программ цифровой трансформации экономики.

Эра цифровизации — это период не только вызовов, но и, что очень важно, новых возможностей. Она может привести к прорывным экономическим результатам в тех странах, которые пройдут этот путь максимально быстро и эффективно. Но стартовым и абсолютно необходимым условием для этого является изменение менталитета управленцев всех уровней через постановку и реализацию стоящих перед ними задач, заточенных на процесс изменений на базе современных технологий. Перед таким историческим вызовом стоит нынешнее поколение и все страны мира.

Ответить на вопрос: что из себя представляет цифровая экономика, — в целом, большая и сложная задача, включающая в себя комплекс понятий от «цифрового права» до «цифровых денег». Рассмотрим более узкую задачу применения цифрового подхода к трансформации промышленности, используя наработанные знания и опыт в процессе реализации проекта цифровой трансформации в энергетике.

Цифровизация экономики является естественным развитием тренда на создание технологического интеллекта, начавшегося с простейшей автоматизации производственных процессов. Покажем этапы этого пути на примере электрических сетей. Простейшая сеть представляла собой набор оборудования с минимальным комплектом защит и коммутационных аппаратов, включаемых и отключаемых вручную. Даже лампочка в доме выключалась не выключателем, а простым ее выворачиванием из патрона. Конечно, работа таких сетей была не только опасна, но и вела к серьезным экономическим издержкам из-за низкой эффективности и неоптимальной работы, потери слабозащищенного дорогостоящего оборудования (генераторы, силовые трансформаторы и т. д.). Как следствие, стала насущной потребность в защите оборудования в темпе реального процесса, значительно превышающем возможности человека. Появилась релейная защита, первоначально построенная на электромеханических реле. Технический прогресс не стоит на месте, и уже в 60-е годы получил развитие новый класс автоматизированных защит [10]:

«Создаются и вводятся в эксплуатацию новые защиты для дальних электропередач сверхвысокого напряжения, для крупных генераторов, трансформаторов и энергетических блоков. Разрабатываются дистанционные защиты со сложными характеристиками, позволяющими получить оптимальное решение очень сложной задачи — надежной отстройки защиты от нагрузки при сохранении достаточной чувствительности при коротких замыканиях. Ищутся пути усовершенствования блокировок от качаний и от повреждений в цепях напряжения. Совершенствуются способы резервирования отказа защит и выключателей. Все более определенной становится тенденция отказа от электромеханических реле и переход на статические, бесконтактные системы. Широкое распространение в связи с этим получает применение в устройствах релейной защиты полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов, тиристоров). Разрабатываются конструкции реле на магнитных элементах. Предпринимаются попытки использования контактных реле, более надежных, чем обычные электромеханические конструкции. К числу таких реле относятся герметичные магнитоуправляемые контакты (герконы), представляющие собой безъякорные реле (применяемые в вычислительной технике). Они отличаются большим быстродействием, надежностью и малыми размерами. Рассматривается возможность использования ЭЦВМ для выполнения функций релейной защиты. Все более необходимым становится использование ЭЦВМ для расчета уставок защит, поскольку такие расчеты в современных энергосистемах очень трудоемки и занимают много времени.»

Эта емкая характеристика состояния и направлений развития систем защиты и управления электрическими сетями на рубеже 60–70-х годов XX века приведена из учебника для техникумов, что, помимо прочего, характеризует подход и уровень подготовки квалифицированных кадров для энергетики. Студенты знакомились с новейшими достижениями отрасли в области техники и управления, а не изучали устройство оборудования сорокалетней давности, что характерно для многих выпускающих кафедр технических университетов сегодняшнего дня.

Интересно видеть одно из первых упоминаний практического применения IT-технологий в энергетике. Еще раз повторим два предложения из приведенной цитаты, расставив акценты по своему усмотрению и с учетом опыта, накопленного энергетикой за последние полвека:

«Рассматривается возможность использования ЭЦВМ для выполнения функций релейной защиты. Все более **необходимым становится использование ЭЦВМ для расчета уставок защиты**, поскольку такие расчеты в современных энергосистемах очень трудоемки и занимают много времени». ЭЦВМ (Электронная Цифровая Вычислительная Машина) была далеким предком современных персональных и промышленных компьютеров.

Итак, в середине 80-х годов XX века мир вошел в эпоху применения вычислительной техники в промышленности. Естественным отражением потребностей экономики являются учебники, по которым готовят отраслевых специалистов [11]: «Под автоматизацией энергосистем понимается внедрение устройств и систем, осуществляющих автоматическое управление схемой и режимами (процессами производства, передачи и распределения электроэнергии) энергосистем в нормальных и аварийных условиях. Автоматизация энергосистем обеспечивает нормальное функционирование элементов энергосистемы, надежную и экономичную работу энергосистемы в целом, требуемое качество электроэнергии». Как видим, менялось не только оборудование, но и цели, которые ставились перед энергетиками. Появились задачи автоматизации управления энергосистемами, их экономичной работы, обеспечение качества энергоснабжения. Идет взаимозависимый процесс развития техники и социально-экономических потребностей отрасли и потребителей. Но в начале 90-х годов XX века еще нет речи о том, что основным субъектом, управляющим энергетической отраслью, должен стать потребитель. Это и сегодня звучит, мягко говоря, дерзко, а в то время в энергетике, как и в других отраслях, наблюдалось безраздельное царствование инженеров, занимающихся эксплуатацией оборудования. Еще 25 лет назад даже в дискуссиях профессионального сообщества не обсуждалось, что в электросетевых (газовых, водоснабжающих, теплопередающих) компаниях функция технического блока должна стать сервисной и выполнять задачи надежного обеспечения потребителей и минимизации эксплуатационных затрат при расширении возможностей и спектра оказываемых услуг.

Изменились и расширились ожидания потребителей от технологических компаний, менталитет ресурсоснабжающих компаний стал учитывать нужды рынка и формирующих его потребителей, появилось комплексное видение и пути решения стоящих перед органами власти задач.

Всё это привело к тому, что технологические, экономические, социальные условия созрели для начала этапа цифровизации (от англ. digital, цифровой) электрических сетей.

Термин цифровизация только входит в нашу повседневную жизнь. До 2018 года ещё действует определение цифровизации родом из 2010 года: «...Цифровизация — переход с аналоговой формы передачи информации на цифровую...». Конечно, это определение безнадежно устарело. Актуальное и полное для сегодняшнего дня значение понятия «цифровизация» было дано во введении к этой книге.

Когда в ОАО «Башкирэнерго» начинали разрабатывать концепцию цифровой сети в 2012 году, в мире общепринятым был термин Smart Grid (умные сети). При этом не существовало точного определения, что такое Smart Grid, какие стоят перед этой концепцией задачи и что является ее составляющими частями. Пытаясь найти в мировой практике требования для внедрения Smart Grid, мы поняли, что этот термин скорее философский, чем технический или экономический. Для разных регионов (Европа, США, Индия и др.) он несет разную смысловую нагрузку.

Общепринятые отраслевые названия существуют для того, чтобы специалисты могли общаться на одном языке. Не менее важно, приступая к любому проекту, правильно оценить, в какой точке вы находитесь, и точно сформулировать его цели, четко понимать, куда мы должны прийти в конце пути. Команде специалистов «Башкирэнерго» потребовалось три месяца для того, чтобы точно определить, что мы понимаем под Smart Grid в условиях России и применительно к сетям, не претерпевшим значимых изменений со времен Советского Союза.

Проведенная аналитическая работа показала, что внедрение элементов Smart Grid в электрических сетях «Башкирэнерго», исторически являющихся частью электросетевого комплекса всей России и отражающих фактическое состояние всего электросетевого комплекса, должно дать возможность решить следующие задачи:

1. Повышение качества и надежности электроснабжения потребителей.
2. Снижение аварийности в электрических сетях.
3. Снижение эксплуатационных затрат в электрических сетях.
4. Повышение управляемости электросетевой инфраструктурой.
5. Существенное снижение потерь электрической энергии.

6. Повышение прозрачности при учете потребления электроэнергии юридическими и физическими лицами.
7. Обеспечение включения в сеть распределенной генерации.

Одновременно с проектом Smart Grid [12] в «Башкирэнерго» был запущен и воплощался в жизнь проект по организационным изменениям и переход на автоматизированные сквозные бизнес-процессы [13]. На старте два этих проекта шли независимо друг от друга, но по мере продвижения и получения результатов они находили всё больше точек соприкосновения и переплетались между собой бизнес-процессами, информационными потоками, общими результатами, образуя единую систему управления предприятием, объединяя в единый комплекс технологические, административные, финансовые, экономические, кадровые процессы. Создание общей управленческой среды со сбором информации в едином управленческом облаке, её автоматизация и выстраивание бизнес-процессов в сквозные цепочки, возможность обработки колоссального объема структурированных данных и структуризация неструктурированных привели к слиянию двух основных проектов и. как следствие, к формированию единого проекта цифровой трансформации электросетевого бизнеса. Таким образом, мы перешли от автоматизации технологических процессов к цифровизации компании.

Современное понятие цифровой электрической сети дано в распоряжении ПАО «Россети» [14]:

«**Цифровая сеть** — совокупность объектов электросетевого комплекса, ключевыми факторами эффективного управления которыми являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых позволяет существенно повысить эффективность деятельности электросетевых компаний, доступность и качество их услуг для потребителей.

Цифровая сеть соответствует критериям:

- наблюдаемость параметров системы и режима работы всех элементов электросетевого комплекса;
- интеллектуальный учет электроэнергии;
- управляемость электросетевого комплекса в режиме реального времени посредством цифровых систем связи и оборудования, обеспечивающего поддержку протоколов, утвержденных стандартами МЭК;

- самодиагностика и способность к самовосстановлению после сбоев в работе отдельных элементов;
- интеллектуальное, адаптивное управление режимом работы электросетевого оборудования с учетом режимов потребления электрической энергии.»

Определение можно считать исчерпывающим, но при одном условии, если под управляемостью электросетевого комплекса понимается не только решение задач технологического управления, но и взаимосвязанное решение всего комплекса управленческих вопросов. Не может компания отвечать критериям цифровизации, если ее техническая часть живет по своим, пусть даже самым современным технологиям, а технологии управления и принятия решений остались в прошлом. Наличие такого внутреннего противоречия неминуемо потребует своего разрешения и приведет или к развитию горизонтальных управленческих связей, или к сжатию технологического функционала системы, в зависимости от того, возьмут верх современные или административно-командные методы управления. Если мы хотим дать технике возможность работать в рефлекторном режиме и уменьшить нагрузку на человека, освободив его от принятия рутинных решений, необходимо предоставить технике право заниматься самодиагностикой и самовосстановлением. И это относится не только к технологическому управлению, но ко всем сферам менеджерской работы. В этом случае невозможно сохранить архаичную систему менеджмента вертикального типа, когда любое решение принимается на самом верхнем уровне. Если менеджмент не готов делегировать право формирования управленческих команд специалистам, непосредственно принимающим решения, а тем более задействовать машины для принятия рутинных решений, тогда о цифровой трансформации можно забыть, всё, что будет делаться под этим титулом, будет иметь своей целью имитацию процесса, а не достижение результата. Административная система может использовать IT-технологии для ускорения доставки документа и возможности передачи команды в любое время из любой точки. Это безусловно ускорит ее работу, но никак не изменит. Полноценная цифровизация и административно-командное управление не могут существовать одновременно в едином управленческом контуре, одна из этих систем должна трансформироваться под правила другой. Жесткая вертикаль управления не

позволит внедрять цифровую экономику как в отдельной компании, так и в экономике в целом.

Одновременно с созданием возможностей и снятием препятствий в развитии электросетевого комплекса существует его ответственность перед потребителями. Потребители электроэнергии, как физические, так и юридические лица, всегда ожидают повышения качества и эффективности при разумной стоимости оказываемых услуг. Давая возможность проводить цифровую трансформацию бизнеса, регулятор отрасли должен одновременно создать экономические условия, понуждающие компании заниматься реальными улучшениями в управлении, технике, экономике, снижении издержек, повышении качества оказываемых услуг потребителям. Следуя логике экономического прагматизма, необходимо на законодательном уровне закрепить жесткие требования по динамике снижения показателей потерь электроэнергии, индекса средней продолжительности отключений по системе SAIDI (System Average Interruption Duration Index) и индекса средней частоты отключения по системе SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) по годам для каждой сетевой организации индивидуально с применением штрафных санкций за недостижение целевых показателей, что сделает внедрение инноваций в электросетевом комплексе неизбежным, необратимым и экономически выгодным.

Предложенный подход не ведет к росту тарифов, повышает качество электроснабжения и снижает его себестоимость. Помимо штрафных санкций за недостижение целевых показателей для компаний, потребители должны оплачивать за получаемую электроэнергию пониженного качества по более низким тарифам, штрафуя тем самым электросетевую компанию за ненадлежащее исполнение своей функции. Это должно стать стимулом и балансом интересов для всех участников рынка электроэнергии в его совершенствовании и развитии по всем направлениям — управление, техника, оптимизация производства, передача, распределение и потребление.

Таким образом, применительно к электросетевому комплексу введение жестких требований по снижению потерь, SAIDI и SAIFI станут импульсом для электросетевых компаний в их развитии, откроет финансовые источники для реализации программ цифровизации и снижения эксплуатационных издержек. Аналогичные индикаторы есть во

всех остальных секторах экономики. Их выявление на первый взгляд требует большой и кропотливой работы, однако для отраслевых профессионалов это не представляет труда, более того, они давно уже знают и понимают их объем и пути решения. Передача в руки отраслевых профессионалов решения этих задач станет индикатором того, что правительство действительно разворачивает экономику в сторону прагматизма.

Главный вывод состоит в том, что процесс цифровизации экономики не является самоцелью. Главной задачей цифровой трансформации является повышение уровня благосостояния и комфорта людей, эффективности и конкурентоспособности экономики, переход предприятий, отраслей, страны на инновационный путь развития, выход полученных результатов и решений на международный конкурентный рынок.

1.3. Технологические предпосылки к цифровой трансформации электрических сетей

До сих пор шло обсуждение внешних предпосылок и базовых условий для цифровой трансформации электрических сетей. Но без развития всего спектра технологий, направленных на повышение эффективности бизнеса, переход на более высокий уровень экономических, социальных, производственных отношений невозможен. Цифровая трансформация получила право на реализацию после того, как появились соответствующие технологии в управлении, обработке больших несистематизированных объемов данных и технологические устройства, позволяющие получать эти данные, транслировать их и исполнять выработанные решения. Совокупность этих возможностей позволяет создать и задействовать в процессе управления искусственный интеллект, замещающий человека при исполнении рутинных операций.

Для принятия быстрых и выверенных решений необходимо наличие вычислительных мощностей, способных обрабатывать количество операций, позволяющее вести выбор вариантов решений и их оптимиза-

цию в режиме реального времени, самостоятельно получать информацию от периферийных датчиков и информационных устройств, обрабатывать полученную информацию по предварительно заложенной логике и отдавать команды для исполнения периферийными устройствами в автоматическом режиме, без участия человека в формировании исходных данных, их обработке и исполнении команд. Функцией человека становится создание и развитие сквозных бизнес-процессов, позволяющих при всем разнообразии исходных данных получать единственно правильный результат для исполнения технологическими устройствами.

Развитие IT. Если в 1980 году наиболее мощными ЭВМ считались машины серии ЕС с производительностью до 10^5 операций в секунду и суммарной пропускной способностью 6 МБ/сек., занимая при этом площадь 25–30 м^2, то сегодня этими возможностями обладают гаджеты, помещающиеся в кармане. Современные компьютеры обладают пропускной способностью оперативной памяти 25 000 МБ/сек, возможностью обрабатывать до 10^{25} операций в секунду, обмениваться данными с внешними устройствами со скоростью свыше 5 ГБ/сек. Именно такое быстродействие современной вычислительной техники позволило эффективно обрабатывать горизонтально масштабируемыми программными инструментами, появившимися в конце 2000-х годов, огромные объемы разнообразных структурированных и неструктурированных данных. Технология получила название BIG DATA.

Развитие технологий управления. Менее заметный, но не менее важный прорыв произошел в конце XX века в технологиях управления. Если вычислительная техника и ее технологии теперь есть на столах и в карманах практически каждого человека, то технологический прорыв в управлении очевиден только специалистам в этой области. Здесь нельзя путать два понятия: «руководитель компании» и «специалист в управлении». Большинство отечественных руководителей прошли мимо революции в технологиях управления и продолжают действовать по правилам вертикально-командного, зачастую ручного управления, как в 80-е годы прошлого века, используя ситуационный подход к решению управленческих задач.

Автоматизированные сквозные адаптируемые бизнес-процессы не стали фактом широкого применения в бизнесе и государственном управлении. Несмотря на это, сегодня уже есть достаточное количество дан-

ных по компаниям, пошедшим этим путем и получившим результаты, показывающие его эффективность. Уже стала очевидной зависимость рентабельности компании, минимизации ее издержек, повышения конкурентоспособности от повышения эффективности управления за счет перехода на горизонтальные управленческие связи и их автоматизацию. Снижаются роль человеческого фактора, частота и величина ошибок, увеличивается скорость принятия решений, устранения аварийных ситуаций, система управления позволяет исключить человека из цепочки принятия рутинных решений. Персонал больше думает об улучшениях и совершенствовании, чем о текущем состоянии управляемого объекта и его поддержании в рабочем состоянии.

Развитие периферийного оборудования. Управление и мониторинг сетей 110 кВ и выше был достаточно эффективным и до появления современных средств измерения, передачи и обработки данных. Но переход к эффективному управлению сетями более низкого уровня напряжения был затруднен как технически, так и экономически. Это связано с ростом генерируемой информации в геометрической прогрессии при понижении на шаг уровня напряжения. Например, электроснабжение города с населением 1 млн жителей осуществляется от 50–55 центров питания напряжением 110 кВ, а трансформаторных пунктов на напряжение 10 кВ порядка 2,5–3 тыс. шт. При этом отходящих фидеров от ТП-10 кВ в 4–5 раз больше, чем у ПС-110 кВ. Количество сигналов, измеряемых по каждому фидеру, может исчисляться десятками. Учитывая протяженность и топологию сетей 10 и 110 кВ, значительное различие количества точек измерения, видно, что объем передаваемой информации и количество обрабатываемых сигналов в сетях 10 кВ превышает аналогичный показатель для сетей 110 кВ в тысячи раз. При этом основные проблемы, связанные с надежностью электроснабжения и потерями электроэнергии, возникают в сетях низкого и среднего напряжения 0,4 ÷ 20 кВ, следовательно, и основные эффекты от цифровизации электрических сетей находятся в этих сетях.

Революционное развитие IT-технологий и внешних устройств позволило перейти к измерению и управлению в сетях, питающих абсолютное по количеству большинство потребителей, подключенных к сетям 0,4 ÷ 20 кВ. Появилась возможность создания и применения систем сбора, обработки и накопления информации об объектах мониторинга

и управления в сетях среднего напряжения в программных пакетах SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных), исполнения управленческих команд, в том числе без участия человека.

Развитие систем учета электроэнергии. Еще одной важной особенностью работы электросетевого комплекса является то, что электроэнергия является единственным массовым товаром, который человечество пока не научилось эффективно накапливать и складировать. Именно это определяет сложность ее учета. Для того чтобы эффективно производить, передавать и распределять электроэнергию, необходимо иметь возможность вести баланс ее производства, перетоков и потребления в режиме реального времени.

До появления современных IT-технологий использовались индукционные счетчики с визуальным снятием показаний. Балансы энергосистем составлялись два раза в год в дни зимнего максимума и летнего минимума. Если на уровне напряжения 110 кВ и выше можно было получить достаточно точный баланс, то для сетей 10 кВ реальной картины распределения электроэнергии получить было невозможно. Замеры проводились на 20–30 % всех ТП не одновременно, а в течение всего дня замеров, что давало погрешность из-за наличия утренних и вечерних максимумов потребления.

Уровень ошибки из-за несовершенства или отсутствия учета, невозможности добиться единовременного снятия показаний, человеческого фактора приводил не только к погрешностям в расчетах, но и к перерасходу энергоносителей и прямому воровству электроэнергии. Отсутствие возможности иметь информацию в режиме реального времени о балансе электроэнергии в узле и на фидере не позволяет оптимизировать ее потребление и выявлять хищения.

Технологии Smart Metering (интеллектуальный учет энергоносителей) стали доступны менее 20 лет назад. Появились интеллектуальные счетчики, позволяющие более детально определять показатели потребления, средства для передачи и накопления информации, обработки данных, получения баланса электроэнергии в режиме реального времени. Это позволило точно определять место и величину потерь, создать систему управления потреблением электроэнергии.

Развитие линейного коммутационного оборудования среднего уровня напряжения. Прогресс в IT-технологиях позволил создать новый класс коммутационного и информационного оборудования, позволяющего управлять сетями и повышать надежность их работы (реклоузеры, автоматические разъединители, индикаторы короткого замыкания и др.). Отличительной чертой этого оборудования является то, что оно может устанавливаться в любой точке электрической сети без дополнительных капитальных затрат и работает в единой SCADA-системе. Интеграция оборудования в систему управления сетями дает возможность автоматизировать процесс, снизить участие человека в рутинных операциях и влияние человеческого фактора, как следствие, повысить надежность и эффективность работы электрических сетей.

Ключевые изменения в технологических и управленческих процессах за предыдущие 40 лет представлены на рис. 11.

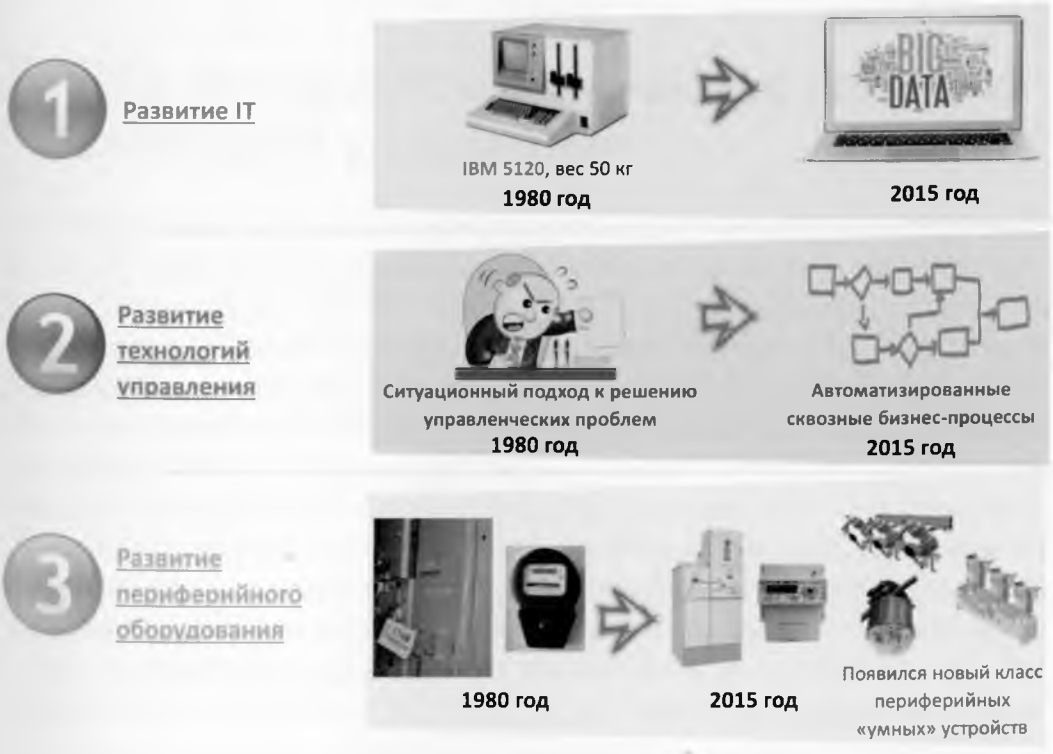


Рис. 11. Изменение ключевых технологий управления за 35 лет

Создание государством условий для инноваций в реальном секторе экономики, развитие систем управления, изменение менталитета менеджмента и использование современной технологической базы являются залогом успешного продвижения цифровой трансформации в стране. В данной главе было подробно рассмотрено влияние государства на эти процессы. В следующей главе проанализируем, как технологии управления развиваются совместно с изменением технических возможностей их сопровождения и какие возможности для развития дают технологии цифровизации бизнеса.

Глава 2

Эволюция систем управления

2.1. Историческая динамика развития технологий управления

Исторически на земном шаре было несколько центров развития человеческой цивилизации, длительный период времени не встречавшихся, не дополнявших друг друга и не конкурирующих между собой. При этом были технологические успехи и пробелы у каждой из них. Колесо, будучи величайшим изобретением человечества, не было известно народам Америки до встречи с европейцами. Порох был изобретен в Китае за 1 000 лет до его появления в Европе. Парусное оснащение китайских судов не позволяло маневрировать столь же успешно, как европейским кораблям. Сегодня многовековые грани и различия технологий стерты, но серьезным наследием прошлого остаются ментальные особенности народов, населяющих различные регионы земного шара, а именно они являются одной из ключевых составляющих любой системы управления. Таким образом, системы управления образуются и эволюционируют в процессе формирования технологических возможностей и с учетом ментальных особенностей людей, участвующих в процессе управления.

Ключевым фактором технологического развития человечества является поэтапное и последовательное преодоление человеком своих природных ограничений. Находящаяся в управлении любого современного человека физическая сила, скорость передвижения, объем и скорость передачи и обработки информации, неограниченное количество функциональных возможностей уже давно вышли за рамки возможностей человека, данных ему от природы.

Движителями технологий управления являются процессы увеличения размеров управляемых структур и новые технологические возможности организации этого процесса. Для небольшого предприятия система управления и сегодня полностью соответствует канонам, разработанным сотни лет назад, и будет эффективна без дополнительных затрат на создание и использование сложных современных технологий управления. Крупные современные предприятия не могут быть эффективными и конкурировать на открытом рынке без применения современных технологий управления, позволяющих увеличивать скорость и точность принятия и реализации решений, ускорять процесс создания новой продукции под потребность конкретного потребителя, минимизировать ошибки, создаваемые человеком в процессе управления на всех этапах.

Для того чтобы понять сформировавшиеся подходы и методы современных систем управления крупными структурами, перейти к прогнозированию потребностей и трендов их развития в ближайшем будущем, давайте посмотрим на историю развития методов управления и поймем их связь с изменениями промышленных технологий. Для упрощения задачи сопоставления процессов развития и взаимовлияния промышленных и управленческих технологий будем рассматривать на примере основных этапов развития западной цивилизации (см. табл. 4).

Человечество вступает в эпоху многовекторных междисциплинарных технологий, когда основные открытия и успехи будут формироваться на стыке, казалось бы, несовместимых областей знания и практического применения. Такое разнообразие и сложность объектов потребуют соответствующих подходов к технологиям управления, формирующимся уже сегодня.

Эволюция человечества в период до Нового времени представляет собой относительно низкие скорости и продолжительные периоды разви-

Таблица 4

№	Исторический период	Начало	Конец	Длительность
1	Каменный век	~ 200 тыс. лет до н. э.	~ 8–9 тыс. лет до н. э.	~ 200 тыс. лет
2	Медный век	~ 8–9 тыс. лет до н. э.	~ 3 тыс. лет до н. э.	~ 15 тыс. лет
3	Бронзовый век	~ 3 тыс. лет до н. э.	~ 1 тыс. лет до н. э.	~ 2 тыс. лет
4	Железный век	~ 1 тыс. лет до н. э.	~ 500 год н.э.	~ 1,5 тыс. лет
5	Средние века	~ 500 год н. э.	~ 1500 год н. э.	~ 1 тыс. лет
6	Новое время	~ с 1500 года	???	??? лет
6.1	Век паруса			~ 400 лет
6.2	Паровая машина			~ 200 лет
6.3	Электричество			~ 100 лет
6.4	IT-технологии			~ 50 лет
6.5	Цифровые технологии			~ ?? лет
7	Эпоха многовекторных междисциплинарных технологий	~ с 2050 (?) года		

тия новых технологий, их незначительное влияние на природные свойства используемых материалов и среды обитания, что отложило отпечаток на технологии управления. По сути, в этот период развития общества была востребована и применялась единственная технология управления — властная вертикаль с единственным лидером на вершине.

Особенностью Нового времени является то, что срок развития следующей ключевой технологии в два раза короче срока развития предыдущей технологии. Это внесло разнообразие в управленческие процессы и привело к созданию множества отличающихся систем управления, которые мы рассмотрим ниже. Отраженные в таблице 4 скорость изменения и период развития новых технологий приводят к интересным вы-

водам о динамике и временных рамках современного этапа развития технологий управления. Первые практики применения цифровых технологий в управлении производственными и административными процессами появились в первом десятилетии XXI века. Отсюда следует, что развитие цифровых технологий исчерпает себя примерно к 2030–2035 году. Цифровые технологии уже стали естественной составляющей управленческих и технологических процессов. В конце этой главы покажем, как цифровые технологии изменят подходы к управлению экономикой и к каким кардинальным изменениям это приведет, в том числе в менталитете менеджмента всех уровней управления. Рамки времени окна возможностей, связанные с цифровой трансформацией экономики, как мы видим, очень непродолжительны. Выпадение из этого процесса приведет к тому, что вместо развития, работы на опережение и экономическое процветание медлительным и не готовым к адаптации придется догонять лидеров и пользоваться технологиями вчерашнего дня.

2.2. Разнообразие систем управления

В современном мире сформировались две основные модели ведения бизнеса, взаимодополняющие и развивающиеся параллельно, — крупные, зачастую системообразующие, многоотраслевые корпорации, с одной стороны, и компании малого и среднего бизнеса — с другой. Все остальные варианты находятся внутри этих рамок. Первые характеризуются экономической мощью, возможностью реализации больших проектов на межотраслевом и межгосударственном уровне, неповоротливостью в принятии решений из-за объективно необходимого огромного управленческого аппарата, большой цены ошибки, способной влиять на экономику на макроуровне. Вторые же постоянно находятся в состоянии борьбы за выживание, ввиду чего способны моментально адаптироваться под изменчивую ситуацию, обладают оперативностью управления, возможностью находить и реализовывать прорывные нестандартные продукты и решения, при этом в случае неудачи одной отдельной компании риски для экономики в целом отсутствуют.

Компания Nokia Corporation из лидера мирового рынка мобильных телефонов в начале 2000-х годов превратилась в его аутсайдера в течение десяти лет и продала свой мобильный бизнес в 2013 году. Компания Eastman Kodak, лидер технологий фотографии и сопутствующей продукции на протяжении всего XX века, разработавшая первый цифровой фотоаппарат в 1976 году, не смогла быстро и эффективно встроиться в новый цифровой мир и 18 января 2012 года подала в суд заявление о банкротстве, после чего приступила к распродаже своих активов для покрытия требований своих кредиторов. На сегодняшний день компания перестала быть лидером отрасли, но накопленный как положительный, так и отрицательный опыт дают ей шанс на создание и реализацию прорывных технологий и продуктов. Действия высшего менеджмента компании Enron Corporation привели не только к банкротству и уходу с рынка ряда крупных компаний, в том числе самой корпорации, разорению множества средних и мелких бизнесов и личному банкротству физических лиц, но нанесли серьезный урон экономике на глобальном уровне.

Компании DELL и Apple начинали свою историю в гаражах и благодаря великолепной идее и умению лидеров воплотить ее в жизнь и продвинуть на рынке выросли в крупные корпорации, получив все их плюсы и минусы. Показателен пример Apple. Начавшая как технологичная, прогрессивная, дерзкая и успешно развивающаяся компания, она к концу 90-х годов XX века обросла всеми признаками тяжеловесной производственной бюрократии, сопровождавшейся уходом специалистов и невозможностью быстро реагировать на запросы рынка. Компания уверенно шла к своему банкротству, прежде всего, из-за существовавшей системы управления ею. Возвращение Стива Джобса в 1997 году позволило кардинально изменить систему управления и управленческих ценностей, дало возможность профессионалам идти на риск и добиваться прорывных результатов.

Сегодня, благодаря цифровым технологиям, появилось много параллельно развивающихся моделей и технологий бизнеса, у специалистов появляется возможность работать над неограниченным кругом проектов для различных компаний и тиражировать свои знания на рынке. Снимаются, прежде всего, территориальные барьеры, расширяются возможности, оперативность и гибкость как компаний, так и нанимаемых ею спе-

циалистов. Это может привести к интересным последствиям. Свободная форма взаимодействия возможна только со специалистами, занимающимися интеллектуальным трудом. Человек, производящий продукцию на конвейере, территориально зависим от своего рабочего места, что сужает его потенциальные возможности и возможности развития производства, следовательно, производитель продукции будет заинтересован в ускорении процесса замены таких работников роботизированными комплексами. Высвобождающаяся рабочая сила будет искать себе применение и, прежде всего, в тех сферах деятельности, в которых машина не может заменить человека. Это приведет к серьезному повышению интеллектуального уровня человечества. Но данный процесс не будет равномерным по странам и отраслям экономики. Такой сценарий развития может привести к увеличению разрыва в экономическом и культурном уровне стран и народов, усилению лидирующих позиций современных лидеров и ускорению технологического и экономического отставания стран, находящихся за пределами первой двадцатки экономик мира. Это является ещё одним подтверждением тезиса об обострении борьбы за технологическое первенство между странами и компаниями во всех отраслях экономики.

Разнообразие систем управления определяется объемом и сложностью задач, которые должны решаться с их помощью. Управление малым предприятием и большой компанией безусловно требует разных подходов. Нет смысла усложнять процесс управления без реальной необходимости. Когда и почему люди задумываются об использовании процессов управления в своей повседневной деятельности? Ровно тогда, когда объем задач перерастает возможности одного человека, требует ввести специализацию для отдельных участников процесса и наладить между ними управленческие связи для получения общего для всех участников положительного результата. Задачей процесса управления является разделение макропроцесса на модули взаимосвязанных сквозных бизнес-процессов до уровня, приемлемого к исполнению отдельным человеком или машиной, с последующим сбором результатов отдельных модулей в общий продукт. В процессе управления обязательно присутствуют точки постановки задач, принятия решений, получения и обработки информации, передачи данных или команд, отслеживания и оценки результатов. Именно создание оптимального соотношения

числа и взаимодействий этих звеньев определяет оптимальную систему управления в целом. Надо понимать, что каждое из этих звеньев не только дает дополнительную функцию, но и вносит добавочную погрешность в процесс управления. Излишний функционал приводит к созданию ненужного потока информации, который не только мешает увидеть правильное решение на пути достижения цели, но требует для своей обработки и хранения дополнительных затрат, уменьшая экономическую эффективность создаваемой системы. Каждое звено сбора информации, ее передачи, обработки и хранения имеет погрешность, и эта погрешность накапливается в системе, в целом снижая точность принимаемых решений. Наибольшую погрешность в работу системы безусловно вносит человек из-за свойственных ему ошибок и неточностей. Мы должны помнить, что человек не машина, он может ошибаться. Особенно в рутинных операциях. Свойством человека является то, что, делая что-то нестандартное, он сосредоточен на этом процессе и выполняет его как можно аккуратнее. Но в рутинных операциях его внимание рассеивается и это становится причиной ошибок. Мы приходим к важному выводу о том, что в рутинных операциях программно-аппаратные комплексы дают более точные результаты, а, учитывая их скорость работы по сравнению с возможностями человека, перевод процесса управления рутинными процессами на цифровые принципы становится в определенный момент развития компании необходимым и экономически целесообразным. Этим моментом является положительное соотношение стоимости затрат на создание такой системы и экономический эффект, получаемый от этого. Всеобщее увлечение цифровизацией в управлении и попытки использовать ее везде можно понять, но невозможно объяснить с точки зрения экономической целесообразности. Такой же этап в своем развитии прошла и автоматизация. Освобождая человека от тяжелого труда, она не смогла освободить его от труда вообще, особенно там, где необходима человеческая изобретательность. Созданные машины и механизмы для приготовления пищи хотя и кормят миллионы людей, но не смогли заменить искусства шеф-повара классного ресторана. Такие же результаты можно ожидать от цифровизации. Она эффективна там, где принимается большой объем рутинных решений, требуется обработка большого количества данных, есть возможность их автоматизированной интерпре-

тации и адаптации к принятию рутинных решений, исполнению команд без участия человека.

Приведенные выше примеры показывают повышение значимости профессионалов и того, какую управленческую концепцию исповедует компания. Будущее больших корпораций связано с развитием технологий принятия управленческих решений со скоростью и эффективностью, стремящейся к показателям компаний малого бизнеса. Жесткая вертикаль управления современных больших компаний, как правило, приводит к тому, что стратегические решения, подготовленные специалистами, не находят отзыва у высших управленческих чиновников (пример Nokia и Kodak), создает условия для принятия непрозрачных управленческих решений и манипуляций (пример Enron). Достичь скорости и эффективности принятия управленческих решений крупных компаний на уровне, сопоставимом с аналогичным показателем компаний пусть не малого, но точно среднего бизнеса, можно только за счет современных технологий управления и смены самой парадигмы управления крупной компанией, смены менталитета управленцев всех уровней. Об этом более подробно мы поговорим в главе 3.

Выбор оптимальной системы управления, структуры и степени её цифровизации зависит от величины бизнеса, его производственной и рыночной специфики. Для каждой конкретной компании требуется своя специфическая настройка стандартных решений. При этом существует одна закономерность — чем больше компания, тем больше рутинных решений принимается в процессе ее жизнедеятельности, а следовательно, тем большее число функций может быть подвергнуто цифровизации и передаче на машинный уровень управления.

Кроме того, можно сделать еще один важный вывод, применив золотой закон развития техники: технический объект идеален, если его нет, а функция выполняется [15]. Любой дополнительный элемент повышает уровень затрат на функционирование системы в целом и снижает ее надежность. Это же правило можно распространить на системы управления: любой элемент управления считается идеальным, если он отсутствует, а его функция выполняется.

Рассмотрим, как новые технологии позволяют не только снижать себестоимость производственных процессов, но и совершенствовать системы, управляющие их функционированием. Применительно к энерге-

тике важной задачей является получение информации об отключении электроэнергии у потребителей в случае возникновения аварии на линии и понимание места локализация этой проблемы. Исторически существовало две независимые системы — учет потребления электроэнергии и обнаружение технологических нарушений в сети. Развитие технологий позволило уменьшить количество применяемого оборудования, информационных потоков, объемов выходных данных. Появление устройств передачи и приема информации о потреблении электроэнергии и, как следствие, о наличии напряжения в сети позволило отслеживать эти показатели в режиме реального времени, передавать их и обрабатывать. С этого момента необходимость в специализированной технологической системе отслеживания аварий в сети, питающей потребителей, отпадает. Появилась возможность использования информации из систем учета в системах управления технологическим процессом. Ранее использовавшееся оборудование, как и любая техника, периодически ломалось, каналы связи выходили из строя, что вносило ошибки в работу системы в целом. Кроме того, устройства устанавливались в начале линии, и в случае их выхода из строя появлялась информация о том, что не работает вся линия. Получение информации от каждого потребителя позволяет сделать вывод о выходе из строя конкретного участка линии в случае прекращения потребления через приборы учета всех потребителей, подключенных к ней, или локализовать место повреждения. Устанавливая автоматизированный учет у потребителей компании, решали проблему эффективных продаж и получения информации о реальном потреблении и распределении передаваемой электроэнергии, но это позволило исключить лишнее технологическое звено в управлении электрическими сетями, что привело к снижению затрат на их эксплуатацию, повышению надежности работы и использованию получаемой информации для управления технологическими процессами.

Целью оптимизации систем управления всех уровней является:

- ✓ повышение эффективности функционирования компании;
- ✓ исключение лишних звеньев в цепочке управления;
- ✓ минимизация участия человека в принятии рутинных решений;
- ✓ повышение скорости и точности работы системы.

При этом все эти требования должны быть проверены экономической целесообразностью их применения.

2.3. Два контура управления бизнесом

Любая отрасль экономики подвержена как внутренним, управляемым факторам своего развития, так и внешним, не зависящим от компании и ее внутренней ситуации. Для большинства компаний и отраслей в качестве внешнего регулятора выступает рынок, его потребности и конъюнктура. Рыночная, конкурентная среда естественным образом проводит селекцию лучших результатов и способствует развитию экономики в целом и, с точки зрения экономического развития, является объективным измерителем эффективности и успешности компании. Но есть монопольные виды деятельности, к которым относится передача и распределение электроэнергии, экономика которых в значительной степени зависит от субъективных внешних факторов, формируемых государственными контролирующими органами, осуществляющими надзор за состоянием оборудования, соблюдением эксплуатационных и режимных правил и предписаний, осуществляющих тарифное регулирование и напрямую влияющих на стратегию развития компании и отрасли в целом. В то же время тарифицируемая компания в значительной степени перестает зависеть от рыночной конъюнктуры и колебаний рыночных факторов. Такая экономическая модель для монопольных видов бизнеса имеет совершенно обоснованный и согласующийся с целями общества характер, но вносит специфику в достижение эффективности управления компанией и создает ее прямую регуляторную зависимость от двух контуров управления — внутреннего и внешнего, имеющих принципиально различные цели, идеологию и показатели эффективности, но в совокупности оказывающих прямое воздействие на показатели качества, надежности и безопасности работы компании и предоставляемых ею услуг.

К внутреннему контуру можно отнести управление, осуществляемое менеджментом компании и формируемое под воздействием целей и задач, которые ставят акционеры. Задача менеджмента: найти оптимальные и эффективные конструкции управления и взаимодействия с внешними и внутренними участниками производственного процесса.

К внешним организационным механизмам можно отнести контроль, осуществляемый органами технического надзора, системным оператором, Федеральной антимонопольной службой и т. д. Задачей этих орга-

нов является достижение максимального общественно-социального результата от работы компании при сохранении ее экономической эффективности.

Поскольку главным объектом исследования в данной книге является практика цифровой трансформации компании, в том числе и в области управления, то мы сосредоточимся на внутреннем контуре управления и проследим эволюцию систем управления от классической иерархической до формирующейся в настоящее время системы управления универсальным множеством объектов, а также рассмотрим пример организации процесса управления через цифровую трансформацию как средство внедрения инноваций в действующей операционной компании.

2.4. Развитие структур управления

Любая система управления строится на основании ответов на несколько основных вопросов:

- ✓ основная решаемая задача;
- ✓ участники процесса управления;
- ✓ организация взаимодействия участников;
- ✓ распределение прав и ответственности между участниками;
- ✓ процедура контроля функционирования системы;
- ✓ процедура внесения изменений в процесс управления.

Системы управления по их задачам можно разделить на две основные группы:

1) Существующие для точного и беспрекословного выполнения команд, поступающих от вышестоящих руководителей, без права обсуждения и несогласия, без обратной связи в реальном времени (церковь, армия, полиция). Такая система управления прямолинейна по своей сути, отработана веками и не является предметом нашего изучения.

2) Нацеленные на быстрое реагирование и адаптацию к меняющимся внешним условиям и требованиям с учетом внутренних технологических возможностей. Системы этого типа прошли большой эволюционный путь и продолжают свое развитие в промышленности и бизнесе.

Экономические, технологические, социальные, политические и демографические изменения, наблюдаемые во второй половине XX века и становящиеся более интенсивными в веке текущем, значительно изменили условия ведения коммерческой деятельности, с каждым десятилетием ускоряя процессы трансформации подходов к управлению и формированию экономических взаимосвязей между участниками рынка. Реалии современной рыночной экономики, глубоко интегрированной в глобальные экономические и политические процессы, вынуждают предприятия перестраивать архитектуру внутренних процессов и стиль поведения на рынке под стремительно меняющиеся и становящиеся всё более динамичными внешние условия, характеризующиеся повышенной неопределенностью и необходимостью увеличения скорости реакции. Таким образом, в результате естественной эволюции и стремления к увеличению эффективности экономики подходы к управлению претерпели трансформацию, связанную с уменьшением количества иерархических уровней менеджмента и переходом от традиционной вертикали управления к сетевой форме организации.

Управленческие структуры в современной экономике можно разделить на две основные группы — «высокие» иерархические и «плоские» горизонтальные.

Отличительной чертой многоуровневых иерархических структур управления является не только наличие множества ступеней иерархии, но, что более важно, ограниченная зона ответственности и полномочий любого из руководителей. Сужение зоны ответственности приводит и к уменьшению прав и возможностей операционного менеджмента, что ведет к принятию ключевых решений не на месте возникновения проблемы, не там где находятся специалисты по ее решению, а несколькими уровнями выше, где работают специалисты, которые могут не обладать профессиональными знаниями в решении этой конкретной проблемы. В то же время, решая не свойственные их уровню задачи, менеджеры или упускают ситуацию с возникающими вызовами, соответствующими их уровню, или ждут, когда придет решение сверху, опасаясь принятия на себя ответственности.

«Плоские» горизонтальные структуры характеризуются минимально возможным числом уровней управления, что значительно увеличивает скорость прохождения управленческих сигналов по вертикали, расши-

ряет права и возможности операционного менеджмента, одновременно повышая ответственность каждого руководителя за принимаемые решения.

Стремление к повышению эффективности системы управления бизнесом привело к последовательному развитию и внедрению структур, построенных на функциональном, дивизиональном, проектном, матричном, сетевом принципах. Каждая из них имеет свои плюсы и минусы и в большей или меньшей степени приближает к решению целевых задач системы управления:

- ✓ точка принятия решения должна быть как можно ближе к точке возникновения проблемы;
- ✓ информационные связи должны быть короткими и прямыми, без промежуточных звеньев;
- ✓ информация может поступать из разных источников в соответствии с функционалом, но источник любой единицы информации в системе должен быть только один;
- ✓ система обработки данных дает возможность принятия единственно правильного решения;
- ✓ последовательность, значимость и объем отдаваемых команд не могут формироваться произвольным образом;
- ✓ система позволяет адаптироваться под внешние условия и требования.

Функциональная структура предполагает, что каждый орган управления специализируется на выполнении отдельных функций на всех уровнях управления под руководством доминирующего функционального менеджера. К минусам функциональной структуры управления можно отнести сложность поддержания взаимосвязей между различными функциональными службами, длительную процедуру принятия решений, отсутствие взаимопонимания и единства действий между функциональными подразделениями, чрезмерная заинтересованность в реализации целей и задач своих подразделений, а не общей миссии и стратегии компании. Это относительно застывшая организационная форма, с трудом реагирующая на изменения.

Дивизиональная управленческая структура доказала свою эффективность в условиях меняющихся запросов конкурентного рынка. Компания, ориентированная на удовлетворение спроса клиентов в ус-

ловиях растущих и быстро меняющихся потребностей и усиления конкуренции, должна иметь возможность эффективно расширять и менять ассортимент, адаптироваться под требования потребителей. Дивизиональная структура позволяет формировать самостоятельные подразделения, управляемые из головного офиса, по географическому, продуктовому, клиентскому принципам. Данный подход обеспечивает высокую гибкость управления, обеспечение качества продукта и адресный сервис стандартизированного уровня, но несет дополнительные расходы на содержание высококвалифицированного управленческого персонала.

Проектная система управления обеспечивает реализацию поставленных задач через подход, ориентированный на конкретного клиента или конкретный результат. Фактически под конкретную задачу формируется отдельная организационная структура со своим руководителем, персоналом, показателями эффективности и достижения цели, сетевым графиком. Указанный подход эффективен при организации выпуска продукции и товаров, не связанных между собой, позволяет адаптироваться к ситуации и удовлетворять постоянно меняющийся спрос. Преимущество проектной модели заключается в гибкости и высокой адаптивности к условиям рынка.

Матричная структура управления возникла как результат попыток найти оптимальную архитектуру управления в условиях стремительно меняющегося рынка и растущей конкуренции, повысить адаптивность компании и оптимизировать издержки, что привело к активным поискам научного сообщества и менеджмента крупных корпораций путей перевода традиционной вертикальной системы управления в горизонтальную плоскость. Так появился матричный подход, который в 1960-х годах, стремительно внедрившись в повседневность крупных компаний, так же стремительно был выведен из массового применения, показав свою неэффективность. Матричная модель привела к открытию в области управления гибкости и наличия прямых связей при передаче информации без промежуточных звеньев, но ей присущи две неразрешимые проблемы. Во-первых, она была построена на принципе коллективного принятия решений по любому вопросу, а не принятия решения конкретным специалистом. Лозунгом и обязательным условием стало слово «посоветоваться». Во-вторых, технологическая база обмена информацией

не была готова к работе в режиме реального времени и продолжала функционировать на бумажных носителях.

Появление сетевой модели управления обусловлено развитием матричной организации, потребностью и возможностью диверсификации бизнеса и его специализации, необходимостью адаптации к нестабильной экономической ситуации. Головная компания, создавая сеть из производственных подразделений и поставщиков оборудования, комплектующих и услуг, как правило, связывает их долгосрочными договорами, чтобы таким образом защититься от конкурентов, обеспечить компании возможностью гибко реагировать на конъюнктуру рынка. Сетевая структура способствует снижению издержек на содержание управленческого аппарата.

Описанные структуры стали отражением этапов поиска оптимальных механизмов менеджмента для крупных объектов управления.

Развитие технологий и практика их использования ведут к тому, что процесс управления бизнесом полностью теряет свою иерархическую сущность. Каждый участник процесса, как человек, так и машина, выполняют отведенные ему функции в едином облаке управления универсальным множеством объектов. Существует распространенное мнение, что целый ряд областей экономики (энергетика, атомная отрасль) не может существовать без жесткой управленческой вертикали. До недавнего времени в этот список входила и космическая отрасль. Однако мы видим на примере США, как государство выполнило свою роль, дав толчок к развитию космонавтики, но теперь расходование бюджета (средств налогоплательщиков) на развитие космической отрасли признано нецелесообразным, дальнейшее продвижение стало более эффективным на основе частной инициативы. Но этот процесс не происходит одномоментно, у государства остается интерес к этой области через финансирование ряда программ, в том числе военных. При этом государство ушло от разработки и производства космических ракет и спутников к покупке необходимых ему услуг. Это снизило общую нагрузку на бюджет и повысило контроль и управляемость расходования средств и получаемого результата. В свою очередь, частная космонавтика США показала, насколько новые подходы в управлении этой отраслью эффективнее тех, которые используются в государственных концернах и монополиях.

Цифровизация экономики позволяет перейти к полноценной функциональности каждого узла, дает возможность исключить лишние промежуточные звенья, точно закрепить права и ответственность каждого участника управленческого процесса. Генеральный директор перестает быть вершиной пирамиды, а выполняет вмененный ему в едином облаке субъектов и объектов управления функционал. Это не означает, что компания теряет центр управления, но он перестает существовать как вертикальная надстройка и встраивается в объемную систему управления, сокращая управленческие связи и удаляя лишние промежуточные звенья. Генеральный директор отвечает за самые сложные и стратегически важные вопросы функционирования компании, организацию ее успешной работы так же, как и любой специалист отвечает за вмененные ему вопросы. Функционал отличается только уровнем прав, ответственности и компетенции, но все являются составными частями единого процесса управления. Это новая ментальная парадигма. Эволюция управления постепенно и последовательно развивалась от структуры к системе, от вопроса «кто кем управляет» к вопросу «как функционирует управление и кто его участники». Если изначально стояла задача подчинения и достижения исполнения команд, организации контролируемого процесса, то сегодня больше вопрос стоит о скорости принятия и реализации правильных управленческих решений.

2.5. Управление универсальным множеством объектов

Появление технологий цифровизации позволило перейти на качественно новый уровень организации управления. В процессе управления и принятия рутинных решений появился новый участник — машины. Появление устройства сбора информации, ее передачи, обработки данных, принятия решений и их исполнения в строгом соответствии с заранее прописанными бизнес-процессами позволило делать эту работу без участия человека. При решении рутинных задач машины становятся не только более эффективными, чем человек, «менеджерами», но и полноправными участниками процесса.

Рассмотрим тип системы управления, являющийся интеграцией проектной и сетевой структур с использованием возможностей цифровизации: ***управление универсальным множеством объектов*** (см. рис. 12).

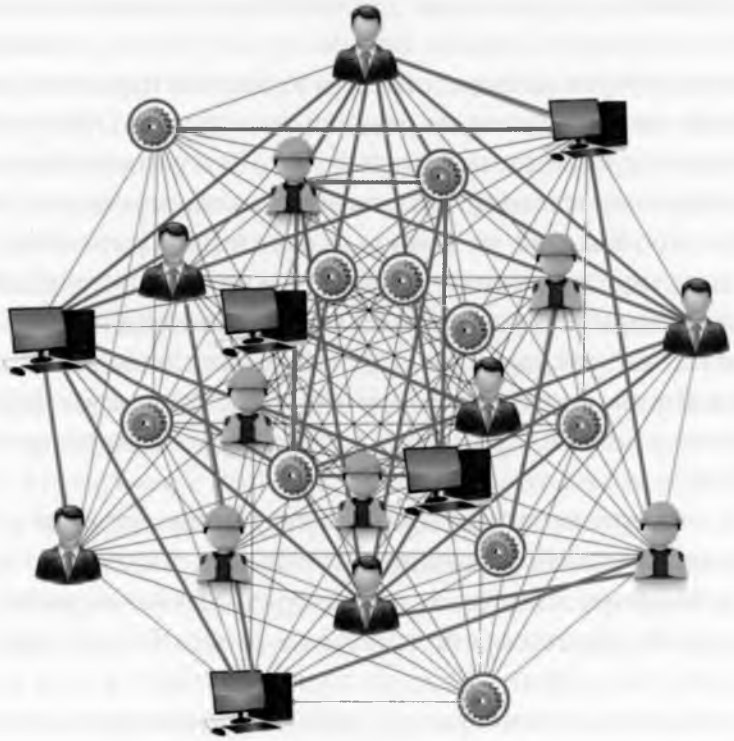


Рис. 12. Система управления универсальным множеством объектов

Если в описанных выше структурах и системах управления выстраивались вертикальные, горизонтальные и функциональные связи, то система управления универсальным множеством объектов создает многомерную структуру связей и взаимодействий по признаку доступа к информации, ее обработке, принятию решений и управленческому воздействию согласно утвержденным бизнес-процессам. Информация может приходить от датчиков, структурных подразделений, никак не связанных ни административно, ни функционально, от других юридических лиц и территориальных отделений, от фрилансеров, нанятых на решение одной конкретной задачи. Автоматизированные бизнес-про-

цессы и технологии BIG DATA позволяют в едином центре обработки данных не только получать, упорядочивать и перерабатывать колоссальный объем информации, но и разделять ее на два потока принятия оперативных решений — нестандартных, направляемых ответственному менеджеру процесса, и рутинных для автоматизированного исполнения на машинном уровне по заранее прописанным бизнес-процессам. Кроме этого, формируется информация для анализа и принятия стратегических решений, направленных на развитие компании. Этот поток информации поступает к менеджерам, участвующим в данном процессе.

Таким образом, машина, став участником процесса управления компанией, освобождает человека от принятия рутинных решений, напрямую взаимодействует с человеком как равноправный участник процесса и выводит управленческие взаимоотношения на уровень прямых связей без иерархической или функциональной вертикали. Административное управление формируется на основе функционала, закрепленного в бизнес-процессах, для каждого конкретного работника компании.

Система, построенная на управлении универсальным множеством объектов, при кажущейся сложности является абсолютно прозрачной и открытой. Информационный поток проходит по заранее прописанному пути, и его продвижение никем не может быть перенаправлено по случайной траектории. Каждая задача решается или конкретным специалистом, если она нестандартная, или машиной автоматически, путем выбора оптимального варианта из заранее прописанных. Для каждой конкретной задачи отводится время на ее решение. Такой подход и появившиеся технические возможности позволяют точно понимать время прохождения управленческого процесса, ответственных исполнителей, оценивать качество выполнения задач, убирать лишние промежуточные звенья при принятии решений, минимизировать субъективную составляющую конечного результата, кратно увеличивать скорость и эффективность процесса. Управление теряет свою командную составляющую, въевшуюся в этот процесс за века. Все участники процесса управления универсальным множеством объектов становятся равноправными, с присущим и прописанным функционалом, правами и ответственностью. Если сравнить работу генерального директора и менеджера среднего звена в системе управления универсальным

множеством объектов, то она отличается только стоящими перед ними задачами, уровнем материальной и моральной ответственности, количеством и кругом контактов. С точки зрения управленческого процесса, их работа ничем не отличается и характеризуется качеством исполнения, временем принятия решения, правильностью выбора, влиянием на результат.

Система управления универсальным множеством объектов коренным образом меняет скорость работы системы, возможности ее перенастройки, позволяет наиболее эффективно и быстро отвечать на вызовы и потребности рынка и запросы потребителей, минимизировать административный аппарат и исключить любые непроизводительные звенья и операции, становящиеся очевидными при выстраивании сквозных бизнес-процессов. Помимо резкого сокращения времени реакции на событие, встраивание в процесс управления машин приводит к освобождению человека от принятия рутинных решений и дает ему больше времени на творческий труд и поиск креативных решений.

Система управления универсальным множеством объектов существует на базе цифровизации управленческих процессов, исключает иерархическое построение, под объектом и субъектом управления понимается любая точка формирования, обработки и исполнения управленческой информации, независимо от ее человеческой или машинной природы.

Признаками системы управления универсальным множеством объектов являются:

1. Единое информационное пространство системы управления.
2. Наличие технологических устройств сбора и обработки информации, принятия решений и исполнения команд.
3. Минимизация участия человека в принятии рутинных решений.
4. Исключение участия человека в осуществлении функции передачи информации, без ее обработки и принятия решений.
5. Информационные связи короткие и прямые, без промежуточных звеньев.
6. В систему каждая единица информации поступает только через одну, прописанную для нее точку входа.
7. Точка принятия решения располагается максимально близко к точке возникновения исходной информации или проблемы.

8. Система обработки данных в стандартных ситуациях даёт возможность принятия единственно правильного решения.
9. Последовательность, значимость и объем отдаваемых команд не могут формироваться произвольным образом и описываются сквозными бизнес-процессами.
10. Система является адаптивной под текущие условия и требования.

Понимание целевого направления развития систем управления и построения их технологической инфраструктуры позволяет правильно выбрать путь, который необходимо пройти в процессе цифровой трансформации, используемые методы и этапы поступательного процесса.

Глава 3

Методы и этапы цифровой трансформации бизнеса

Одной из задач цифровой трансформации является создание цифрового двойника исследуемого или управляемого объекта. Для признания объекта цифровым необходимо провести его описание как последовательность и взаимосвязь различных операций в управлении, технологии, физике протекающих процессов, создать точный и конечный перечень собираемой информации и способы ее передачи и обработки, прописать конкретные решения, вытекающие из собранных и переработанных данных, позволяющие исполнительным органам объекта осуществлять операционные действия, в том числе без участия человека в рутинных операциях. Цифровая модель должна создать виртуального двойника реально существующего физического объекта с максимально приближенными параметрами.

Наличие такого двойника и достаточных вычислительных мощностей позволяет кратно снизить стоимость и время, необходимое для проектирования, анализа состояния и рисков, определения сроков и характеристик исследуемого объекта за период его жизненного цикла, определения самого жизненного цикла в зависимости от внешних условий. Наиболее полное определение понятия «цифровой двойник» дано в работах Боровкова А. И. [16]: «это семейство сложных мультидисциплинарных

математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам, конструкциям, машинам, приборам, техническим и киберфизическим системам, физико-механическим процессам (включая технологические и производственные процессы)». Предложенный группой ученых Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого под руководством профессора Боровкова метод в своей основе имеет мощный математический аппарат описания модели нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных. Эффективность метода при проектировании сложных технических процессов доказана на практике. Но в некоторых случаях при создании цифрового двойника с использованием математического аппарата такого уровня сложности является нецелесообразным или даже невозможным.

Проблемой практического использование математического моделирования реальных физических объектов является ряд присущих этому методу ограничений:

- ✓ любое решение задачи описания сложных динамических процессов методами вычислительной математики сопровождается наличием граничных условий, сужающих физическую суть процесса, допусками в процессе решения и погрешностью получаемых результатов при отражении физических процессов математическими формулами;
- ✓ быстродействие даже современных вычислительных комплексов не всегда дает возможность проводить расчет текущих свойств сложных объектов или технологических процессов в режиме реального времени;
- ✓ применение всё более современных вычислительных машин никак не снижает объем трудозатрат математиков по созданию математической модели, описывающей наблюдаемый объект или процесс, а только сокращает время расчета и получения результатов для созданной модели;
- ✓ желание добиться большей сходимости между математической моделью и физическим объектом или процессом приводит к увеличению затрат на создание математического аппарата, верификацию модели и дополнительные вычислительные мощности, к увеличению штата математиков.

Методы математического моделирования получили свое прорывное развитие в процессе эволюции вычислительной техники и колоссального расширения ее возможностей. Тем не менее даже современные технологии математического моделирования при их использовании в цифровой имитации и прогнозировании больших динамических систем с большим количеством переменных исходных и процессных данных в режиме реального времени приводят к серьезным погрешностям между результатами физических и моделируемых процессов или объектов, искомые результаты имеют неудовлетворительную точность.

Несмотря на присущие методам математического моделирования недостатки, связанные с точностью отражения физических процессов, они безусловно играют большую роль при создании цифровых двойников, однозначно полезны и применимы при изучении свойств объектов и их поведения в реальной жизни. В то же время при описании свойств технического объекта или системы математическими уравнениями в ряде случаев экономичнее, точнее и эффективнее использовать методы физического моделирования [17], а при описании процессов управления необходимо использовать аппарат формирования и анализа сквозных бизнес-процессов [18]. Именно совокупность использования междисциплинарных знаний, практического опыта и различных подходов и аппаратов создания и описания модели изучаемого объекта может дать наиболее полную картину и максимально точное отражение реального объекта и его физических свойств в созданном цифровом двойнике.

В качестве примера физического моделирования рассмотрим процесс создания математической модели тепловой трубы (как элемента объекта создания цифрового двойника). Нам необходимо получить математическую зависимость мощности, потребляемой устройством **P**, и удельную мощность в зоне технологического нагрева **q** от температуры стенки зоны конденсации тепловой трубы **t** (определяемой технологическими требованиями режима отвода тепла), температуры наружной поверхности нагреваемого объекта **T**, его термического сопротивления **R**, определяемого химическими процессами, протекающими во время термообработки, и площадью зоны конденсации тепловой трубы **S**. Для решения этой задачи может быть создана математическая модель объекта, описывающая его через нелинейные дифференциальные уравнения. Но для упрощения решения конкретной практической задачи может быть использо-

ван метод планирования эксперимента, позволяющий получить уравнение регрессии вида:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{\substack{i \neq j \\ j=1}}^{n} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{n} b_{ii} x_i^2 + ...$$

Основным ограничением данного метода является то, что он дает решение в общем виде в диапазоне параметров исходных данных объекта и проведенных физических экспериментов. Например, задав граничные величины переменных: **t** от 100 до 140 °C, **T** от 20 до 70 °C, **R** от 0,08 до 0,12 °C/Вт, **S** от 0,032 до 0,158 м² и проведя соответствующие экспериментальные измерения, были получены уравнения для определения искомых параметров:

– потребляемой мощности:

$P = 146,35 - 3,12 \times t - 0,379 \times T + 698,29 \times R + 1090,2 \times S + 0,01795 \times t - 0,0073 \times T^2 - 1153,94 \times S^2 - 10,48 \times t \times R + 11,56 \times t \times S + 11,62 \times T \times R - 12,66 \times T \times S - 8380,95 \times R \times S;$

– удельной мощности в зоне отвода тепла:

$q = 2683,78 - 22,8 \times t - 18,18 \times T - 3379,7 \times R + 2082,39 \times S + 0,189 \times t^2 - 0,0768 \times T^2 - 10960 \times S^2 - 97,5 \times t \times R + 135,76 \times T \times S.$

Полученные уравнения могут использоваться в процессе создания цифрового двойника объекта и максимально точно отражают его физическую сущность. Их особенностью является минимальная потребность в вычислительных мощностях, высокая скорость получения искомого результата, простота использования в математической модели при создании цифрового двойника. Математическая модель физического объекта, процесса или системы, построенная на основе метода планирования эксперимента, наиболее точно отражает их свойства и позволяет уменьшить количество испытываемых физических моделей или исключить построение сложной математической модели с помощью серьезного математического аппарата. В то же время физическое моделирование ограничено заданными граничными параметрами исследования и неудовлетворительно работает в случае применения методов экстраполяции полученных данных.

Развитие современной техники и технологий измерения, обработки данных и принятия решения привели к созданию совершенно новых ме-

тодов математического моделирования с использованием инновационных технологий BIG DATA. Разнообразие, точность и быстродействие периферийных измерительных устройств и методов анализа полученной информации в режиме реального времени позволяют моделировать поведение объекта по поступающей внешней и внутрисистемной информации и в зависимости от сочетания исходных и процессных данных выдавать единственно правильное решение для конкретной ситуации. Этот подход физического моделирования основан не столько на сложных математических вычислениях, сколько на обработке колоссального объема данных и их сопоставления с заложенными матричными решениями. Такой метод моделирования поведения объекта требует не только специфической обработки данных, но и новых методов самообучения машинных систем. Интересное описание этого подхода и его возможностей дал старший директор по искусственному интеллекту в компании Tesla Андрей Карпаты во время проведения презентации полного автопилота компании [19]: «Когда вы ведете машину, на самом деле, вы размечаете данные. Вы говорите нам, как вести машину в разной дорожной обстановке. Вот один из водителей повернул налево на перекрестке. У нас есть полное видео всех камер, и мы знаем путь, который выбрал водитель. Мы также знаем, какая была скорость и угол поворота рулевого колеса. Мы собираем все это вместе и понимаем путь, который выбрал человек в этой дорожной ситуации. И мы можем использовать это как обучение с учителем. Мы просто получаем нужный объем данных с флота, обучаем сеть на этих траекториях, и после этого нейронная сеть может прогнозировать путь. Это называют имитационным обучением (imitation learning). Мы берем траектории движения людей из реального мира и пытаемся подражать им. Мы снова можем применить наш итеративный подход».

Мы видим, что при данном подходе нет прямых математических связей между исходными данными и полученным решением через расчетные формулы. Массив исходных данных, обрабатываемый соответствующим математическим аппаратом поиска и выделения актуальной информации, позволяет найти в многомерной матрице единственное правильное, связанное с комбинацией этих данных решение и сформировать команду на исполнение рабочим органом в режиме реального времени.

Данные примеры были приведены для того, чтобы показать разнообразие методов описания физических процессов и объектов. Нет идеаль-

ного метода описания физического объекта или процесса, важно уметь правильно выбирать описательный аппарат в зависимости от решаемой конкретной задачи и эффективно использовать различные методы получения математической модели для достижения её максимального соответствия описываемому объекту.

Особенно востребованы такие навыки на стыке решения технических и управленческих задач. Соответствие полученного цифрового двойника натуральному объекту исследования должно быть в пределах допустимых отклонений по интегральным показателям, учитывающим накопленные ошибки отдельных составляющих модели или использованных периферийных датчиков и источников информации. Именно в этом случае он имеет право называться цифровым двойником, в противном случае это электронная модель, цифровой макет, цифровой прототип и т. д., предполагающий использование традиционного подхода — «доводка продуктов / изделий до требуемых характеристик на основе многочисленных дорогостоящих испытаний и итерационного проектирования» [17].

Рассмотрим применение описанных выше методов для моделирования процессов управления сложными системами, включающими в себя как технологическое, так и административное управление. В части технологических процессов, описания состояния оборудования и других физических объектов и функций, безусловно, наиболее применимыми и проверенными являются методы математического и физического моделирования. Для административно-управленческих процессов необходимо использовать моделирование в среде описания бизнес-процессов и логику проектного управления. Расширение возможностей этих методов достигается за счет использования технологий BIG DATA.

Этапы формирования модели управления и анализа бизнеса

3.1. Формирование перечня бизнес-процессов верхнего уровня

Развитие цифровых технологий требует объединения управления технологическими и административными процессами в режиме реального времени. Для этого необходимо знать точное количество и функцию каждого процесса, протекающего внутри компании, их классификацию и взаимосвязь. Каждый из существующих процессов требует обработки большого количества параметров и принятия быстрых решений. Для этого должен появиться не только математический аппарат, но и центр обработки данных, должны быть установлены множество периферийных датчиков, работающих в режиме реального времени, исполнительные механизмы, выполняющие поступающие команды. Кажущаяся безграничность стоящей задачи остается таковой до тех пор, пока не систематизированы проблемы и не получены ответы на следующие вопросы:

- ✓ Что и в каком объеме применительно к бизнесу мы хотим измерять?
- ✓ Какие бизнес-процессы верхнего уровня протекают в нашей компании?
- ✓ Какие бизнес-процессы относятся к группе управляющих, основных и обеспечивающих?

Ответы на поставленные вопросы позволят сделать первый шаг к пониманию структуры и зоны ответственности центров принятия решений

внутри управляемого бизнеса. В качестве практического примера показан перечень бизнес-процессов верхнего уровня, характерных для электросетевой компании (рис. 13).

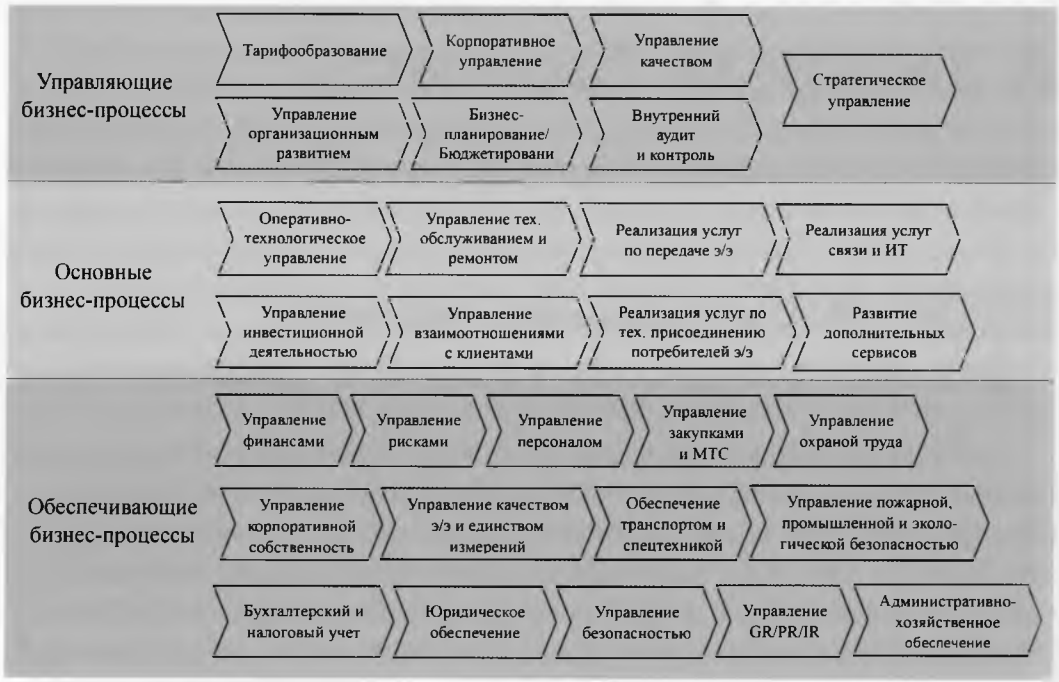


Рис. 13. Бизнес-процессы верхнего уровня электросетевой компании

Описание общей модели бизнес-процессов верхнего уровня компании позволяет сложить общую картину управления ею из ранее разрозненных элементов мозаики управленческих процессов и автономных центров принятия решений верхнего уровня. Теперь, поняв место каждого процесса в общей картине управления, определив ответственных за каждый процесс, можно приступить к выстраиванию формализованного взаимодействия между процессами, выработке единых требований и реализации единых подходов к управлению.

Процесс типизации играет ключевую роль на всем протяжении выстраивания бизнес-процессов компании и позволяет в последствии без дополнительных усилий и корректировок проводить тиражирование системы управления на аналогичные подразделения и компании.

3.2. Система обмена данными и межфункциональные связи

Создание и описание карты бизнес-процессов верхнего уровня позволяют перейти к процессу выстраиванию функциональных модулей в единую информационно-управленческую систему. Ключевой задачей этого этапа является проведение работы по описанию, согласованию и фиксации процедур горизонтального взаимодействия между функциональными подразделениями на уровне бизнес-процессов.

Традиционно на предприятиях эта работа ограничивается выпуском приказа о функциональной ответственности заместителей руководителя и разработкой соответствующих должностных инструкций подразделений компании. Проблемы на стыке функциональных единиц, как правило, возникают из-за того, что информационный обмен и взаимодействие не описаны как процесс и не автоматизированы, что приводит к значительному влиянию субъективного фактора. Человек в процесс управления всегда вносит элемент отклонения от заданного стандарта. В этом есть как отрицательные, так и положительные стороны. Участие человека в рутинных процессах приводит к тому, что такие процессы, имея в своей основе одинаковые предпосылки и решения, могут отклоняться от ожидаемого результата и вносить искажение в принимаемые решения и результат их исполнения. Поэтому одной из основных задач цифровизации является исключение человека из процесса принятия рутинных решений и их исполнения, освобождение человека от несвойственных ему механистических операций при умственной работе. В то же время в нестандартных процессах и ситуациях справиться с возникшей задачей или проблемой может только человек и тем лучше, чем выше его профессиональная подготовка и опыт.

На предыдущем этапе проведены описание и классификация функциональных модулей, теперь необходимо определиться с их взаимодействием в рамках информационной системы (см. рис. 14).

Позади два ключевых и очень важных шага — определение перечня бизнес-процессов верхнего уровня и их компоновка в функциональные модули. Дальнейшая кропотливая работа должна привести к тому, что для каждого модуля будут определены объем внутренней информа-

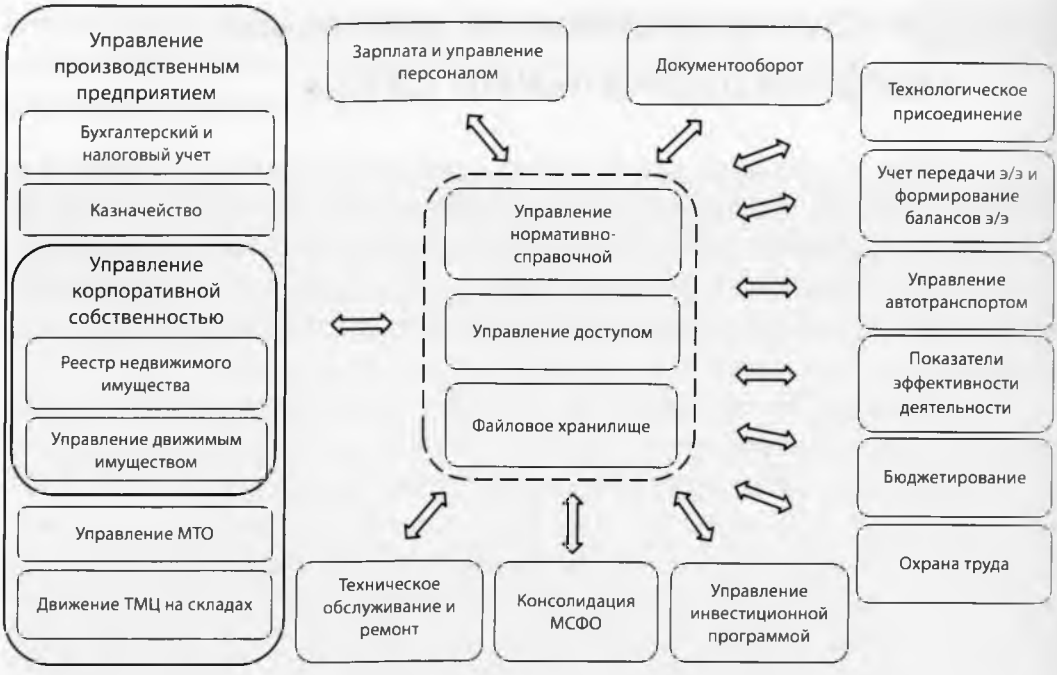


Рис. 14. Пример взаимодействия функциональных модулей

ции и перечень внешних взаимодействий с привязкой каждого бита информации к определенной информационной ячейке. Ключевым правилом для обеспечения отсутствия ошибок, точности принятия управленческих решений и скорости успешной работы цифровой системы управления является категоричное требование и исполнение процедуры ввода информации один раз, конкретным специалистом, в конкретном процессе. В дальнейшем введенная информация используется всеми участниками процесса управления, в случае обнаружения ошибки ее исправление может быть проведено только специалистом, внесшим в систему первоначальную информацию. Выстроенный таким образом процесс исключает конфликт информационных потоков и возможность появления разных исходных данных на этапе их интегральной обработки. Это позволяет минимизировать влияние человеческого фактора, исключить искажение информационного потока и создать условия для введения автоматизированной оценки эффективности работы персонала.

При таком подходе менеджмент компании получает информацию в требуемом объеме и в заданное время, исключается ее искажение в процессе передачи данных и их обработки, весь менеджмент компании обладает точной информацией с мест без промежуточных искажающих звеньев, что необходимо для принятия правильных и своевременных решений и формирования прямых сигналов и управленческих действий по всей системе без дополнительных управляющих ячеек.

3.3. Формирование сквозных бизнес-процессов управления

Случаи обработки информации и выработки окончательного решения в рамках одного модуля с последующей передачей его в другой на практике встречаются крайне редко. Как правило, идет не только линейный обмен информацией между модулями, но зачастую процесс выработки решения работает как итерационный. Это приводит к логической необходимости разработки, внедрения и использования сквозных бизнес-процессов. Обмен информационными потоками между модулями ведется в автоматическом режиме. Информация, введенная в любой точке входа, поступает во все информационные ячейки, предназначенные для ее хранения или обработки. Весь менеджмент компании пользуется единым информационным массивом, что позволяет работать с едиными источниками, оперировать одинаковыми данными, своевременно выявлять ошибки, что в конечном итоге приводит к повышению прозрачности бизнеса и оперативности управления им. При этом производственная компания представляет собой сложный организм с многими взаимосвязанными сферами управления. В любой компании объективно существует конфликт интересов различных подразделений. Более того, необходимо понимать, что именно конструктивный конфликт интересов является мощной движущей силой развития компании. В такой ситуации требуется согласование позиций и поиск оптимальных решений, приемлемых для всех сторон управленческого процесса. Это приводит к выстраиванию процессов управления в последовательно-итерационные цепочки. В нашем случае они превращаются в сквозные итерационные бизнес-процессы с возможностью их корректировки на этапе исполнения.

В качестве примера сквозного бизнес-процесса приведем процесс движения товарно-материальных ценностей, характерный для электросетевых компаний (рис. 15). Практическая реализация проводилась с использованием библиотеки программных продуктов 1С: с их адаптацией к конкретным задачам электросетевого бизнеса.



Рис. 15. Пример сквозного бизнес-процесса движения ТМЦ

3.4. Мониторинг эффективности выполнения бизнес-процессов

Построение сквозных бизнес-процессов не является окончательной целью преобразований, любая система управления строится на контроле и анализе полученных результатов и отклонений от заданных параметров. Можно эту работу делать на ежедневных многочасовых совещаниях, заслушивая всех участников процесса, выявляя расхождения в их докладах и устраивая разносы нерадивым. Как правило, при такой системе управления нет возможности получить реальную картину, а наиболее эффективными управленцами становятся те, кто умело и бойко делают доклад и обосновывают свою позицию, представляя своевременно написанные запросы, указания, ответы смежникам и т. д. В такой ситуации важно показать своевременность реакции, перевод ответственности на других управленцев, а не решать вопрос. Впрочем, руководители, практикующие

такой подход к управлению, больше заняты процессом, а не результатом, по той простой причине, что процесс у них не выстроен. И это не придуманная ситуация, к сожалению, так работает большинство российских компаний.

Описанные, формализованные и автоматизированные бизнес-процессы позволяют не только перевести управление компанией на горизонтальные связи, но и делегировать принятие решений и ответственность за результаты, а следовательно, и контроль за этими процессами на более низкие уровни управления. Появляется жесткая привязка принимаемых решений и действий к полученному результату на всех уровнях управления. Агрегированные данные декомпозируются до уровня исполнителей, а руководитель при необходимости может контролировать весь информационный поток в режиме реального времени. Для высшего менеджмента становится реальностью отслеживание укрупненных показателей бизнеса с возможностью их развертывания и углубления до уровня базовых показателей. Для руководителей и исполнителей, не способных планомерно, качественно и быстро исполнять свою работу, наступают трудные времена. Всех перестает интересовать обоснование таким руководителем причин неисполнения прописанной и согласованной процедуры, теряют смысл попытки найти крайнего и переложить ответственность на него. Процесс отслеживается автоматически, и в точках сбоя автоматически выпадают красные флажки, указывающие на место сбоя, конкретное подразделение или исполнителя. За отведенное на исполнение задачи время есть возможность на ее уточнение и корректировку, но нет возможности без конца имитировать полезную работу. Такой инструмент дает совершенно новые управленческие ресурсы по точности, скорости, ответственности и адекватности принимаемых решений, минимизирует человеческий фактор при определении качества работы подразделений компании. Пример мониторинга выполнения бизнес-процессов представлен на рисунке 16.

Скептически настроенный читатель с опытом управления крупными компаниями может сказать, что, сколько он себя помнит, у него на столе всегда были сформированные руководителями по направлениям отчеты и даже похожие таблицы. Этому читателю можно задать только один вопрос: Вы интересовались, каким образом в Ваших таблицах появляются данные? Скорее всего, ответ будет таким: в управлении компании рабо-

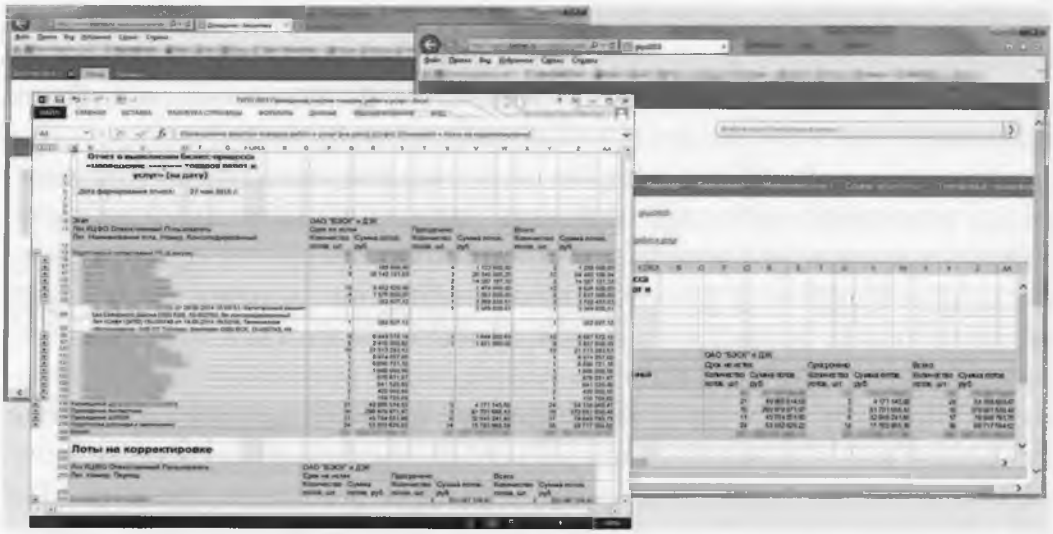


Рис. 16. Пример мониторинга выполнения бизнес-процессов

тает много профессиональных и ответственных людей, которые формируют эту информацию и им за это платят достойную зарплату, поэтому нет причин не доверять им и заниматься цифровизацией процессов, в которых они участвуют. Заметим, что эти люди сами непосредственно не собирают информацию на местах, а агрегируют полученные данные, особенно если бизнес экстерриториален. Значит, кто-то, в свою очередь, готовит исходную информацию для них с мест, и таких уровней подготовки и передачи информации может быть несколько. В результате целая армия людей пишет отчеты, запрашивает данные, сводит их в реестры, вносит ошибки в исходные данные и становится искусственным тормозом процесса получения и обработки информации. При этом если информация прошла по разным каналам, то с вероятностью 99 % конечные данные не совпадут. Это легко объяснить — каждое звено подвержено влиянию человеческого фактора.

Сказанное позволяет сделать три важных и очевидных вывода:

1. Информация должна вводиться только в одной точке и автоматически попадать во все предназначенные ей ячейки.
2. Единственно достоверным источником информации является человек, находящийся в основании пирамиды управления. Все

остальные уровни пирамиды никак не влияют на формирование исходных данных и могут только вносить ошибки или выгодные для отчетности и их личных показателей корректировки.

3. Отчеты всех уровней должны формироваться автоматически, при этом участие человека должно сводиться к анализу полученных данных и принятию управленческих решений.

Дополнительным положительным эффектом такого подхода является сокращение армии людей, находящихся между специалистом, готовящим решение, внесшим соответствующую информацию, и управленцем, анализирующим ее и принимающим окончательное решение. Если в этом процессе есть промежуточные звенья, то они являются однозначно лишними и вредными для управления бизнесом. В предыдущих парадигмах управления вся многоступенчатая система передачи информации подразумевала, что персонал каждого последующего уровня перепроверяет правильность информации, переданной персоналом предыдущего уровня. На практике это работает, как в ситуации, описанной Аркадием Райкиным: «К пуговицам претензии есть? А к карманам? А к рукавам? Так ведь носить нельзя! Нет, Вы назовите, к чему у Вас конкретные претензии!». Классика.

3.5. Показатели эффективности деятельности персонала

Итак, понимание полноты картины для менеджмента всех уровней в значительной степени зависит от рядовых исполнителей, агрегированная информация от которых дает исходный материал для управленческих решений. Это определяет требование важности создания условий для эффективной работы рядовых исполнителей, разработки системы отслеживания их работы и поощрения за достигнутые результаты. Данные задачи успешно решаются разработанной и реализованной в «Башкирэнерго» системой применения и актуализации показателей эффективности деятельности (ПЭД) рядовых сотрудников.

В процессе постановки задачи на разработку ПЭД были сформулированы основные требования к рядовому сотруднику, участвующему в бизнес-процессе: ***своевременное, качественное, в необходимом объеме испол-***

нение своих функций. Для отслеживания этих трех требований формировались большинство ПЭД.

Своевременность. Сотрудник, участвующий в процессе, регулярно выполняет типовые операции, описанные в его функциональной матрице. Например, оформляет заявки потребителей на технологическое присоединение или готовит техническое задание на закупку материалов / работ. На выполнение одной операции в соответствии с процессом выделяется определенное время (час, день, неделя, месяц) или устанавливается дата, до которой сотрудник должен задачу выполнить.

Первый ПЭД по своевременности выполнения функции имеет вид:

$K_{св} = \frac{Q_ф - Q_{пр}}{Q_ф} \times 100\,\%$ — процент вовремя выполненных операций,

где: $Q_ф$ — количество фактически выполненных операций за период;

$Q_{пр}$ — количество фактически выполненных операций за период с превышением срока;

$K_{св} = 100\,\%$ означает, что все задачи за период были выполнены в срок.

Второй ПЭД по своевременности позволяет отразить характеристику отклонений от сроков:

$K_{откл} = \frac{\Sigma_{i=1}(\text{факт.дата} - \text{план.дата})}{Q_ф}$ — среднее отклонение фактического срока выполнения операции от планового за период.

Высокий процент вовремя выполненных операций и большое среднее отклонение говорят о том, что сотрудник сильно задержал выполнение одной-двух операций, возможно, это были сложные случаи и т. п.

Низкий процент вовремя выполненных операций и маленькое среднее отклонение означает, что сотруднику, как правило, не хватает немного времени на выполнение операции. Возможно, в данном случае нужно либо увеличить время, либо обучить сотрудника, повысить его навыки.

Контроль и анализ показателей направлен прежде всего на улучшение процесса и формирование для сотрудника комфортных и эффективных условий труда.

Качество работы сотрудника чаще всего измеряется количеством обоснованных замечаний сотрудника, принимающего результат, или количеством исправлений, которые необходимо произвести в результате полученных замечаний. При этом работа не проверяется вышестоящим

руководителем, что обычно ведет к дублированию самой работы, а автоматически передается следующему по процессу исполнителю, и ошибки выявляются им. Вышестоящий руководитель анализирует качество получаемых результатов и количество произведенных ошибок. Его основной задачей является не переделывание работы подчиненного, а его обучение и выполнение иных своих должностных обязанностей.

Также качество может измеряться достижением намеченного результата. Например, ПЭД, измеряющий качество выполнения функции «Организация перераспределения невостребованных ТМЦ между производственными отделениями», будет выглядеть следующим образом:

$K_{\text{пр.нев}} = \frac{\text{КФ}_{\text{пер.тмц}}}{\text{КФ}_{\text{общ.нев.тмц}}} \times 100\,\%$ — коэффициент эффективности перераспределения невостребованных товарно-материальных ценностей (ТМЦ),

где $\text{КФ}_{\text{пер.тмц}}$ — количество перераспределенных ТМЦ, шт.;

$\text{КФ}_{\text{общ.нев.тмц}}$ — общее количество невостребованных ТМЦ, шт.

Выполнение нормы / плана измеряется следующим ПЭД.

$K_{\text{вп}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{п}}} \times 100\,\%$ — процент выполнения плана на период,

где $Q_{\text{ф}}$ — фактическое количество выполненных операций за период;

$Q_{\text{п}}$ — плановое / нормативное количество операций, которое должно быть выполнено за период.

Разработка норм проводится на основе статистических данных (для ежемесячных показателей — около года), сравниваются объемы работы, выполненные разными сотрудниками, анализируются причины различий. В дальнейшем система осуществляет автоматизированную корректировку накопленной информации и требований, становясь самообучаемой.

В следствие всеобщей и повсеместной компьютеризации люди практически всю письменную работу (формирование отчетности, нарядов, маршрутных листов, карт загрузки оборудования, графики платежей, договорные обязательства) перенесли в компьютеры. При правильном подходе всю эту информацию можно классифицировать, формализовать и автоматизировать процесс ее обработки. Из этого следует вывод, что для любого специалиста, занимающегося этими процессами, можно выработать критериальную оценку его работы в промежутке времени с описанием сложности, продолжительности и количества операций по аналогии с примером, приведенным выше.

Классической иллюстрацией такого подхода является разработка показателей эффективности деятельности для работы бухгалтера. Сегодняшний бухгалтер в процессе работы все свои действия и бухгалтерские проводки осуществляет в стандартных программных продуктах, предусматривающих определенные типовые повторяющиеся действия, привязанные к конкретным операциям.

Каждый руководитель сталкивался с тем, что по окончании месяца, квартала и особенно года нет более загруженных людей, чем бухгалтеры. Это связано с увеличением объема рутинных операций, но основной проблемой является несистемная и неритмичная работа сотрудников бухгалтерии в промежутке между отчетами, что зачастую является результатом работы других подразделений. Усиленная работа в конце отчетного периода дает моральное право персоналу дать себе послабление в остальные дни, понимая, что впереди их ждет очередной аврал. И это не особенность профессии или вина людей. Причиной неритмичной работы является организация труда, отсутствие выстроенных бизнес-процессов и их цифровизации. Автоматизация разноски данных и введение системы ПЭД для учета эффективности работы бухгалтеров сняло эти проблемы и позволило повысить качество и эффективность их работы.

Объясню на двух примерах. Путевые листы спецтехники и автотранспорта в конце месяца стопками ложились на столы бухгалтеров и ждали часа своей обработки. Это становилось одной из причин перегрузки бухгалтеров в конце месяца, их физической усталости и, как следствие, большого количества ошибок и неточностей, срыва сроков. После того как в «Башкирэнерго» была проведена цифровизация бизнес-процесса выдачи наряда на работу бригады, стали автоматически формироваться путевые листы для автотранспорта, отслеживаться его маршрут движения с помощью навигационной системы, а при закрытии наряда автоматически проводиться начисление зарплаты водителя, списание ГСМ, амортизация транспорта, определение износа резины, фильтров, аккумулятора и т. д., и автоматическая разноска этих данных в бухгалтерскую отчетность, ручной труд бухгалтеров в этой части исчезли.

Вторым знаковым примером стала цифровизация бизнес-процесса трансформации данных из российских стандартов бухгалтерского учета (РСБУ) в международные стандарты финансовой отчетности (МСФО). Поздние сроки готовности отчетности по МСФО диктовались двумя

факторами: последовательностью подготовки отчетов по РСБУ и МСФО и трудоемкостью процесса трансформации отчета по РСБУ в отчет по МСФО. Реализация проекта автоматической трансформации процесса перевода отчетности из российского стандарта в международный позволила ускорить подготовку аудированной годовой отчетности на два месяца и исключить возможность ошибок в процессе перевода. Это стало следствием того, что человек был исключен из процесса проведения рутинных операций. Появилась возможность получать отчетность по МСФО в ритме подготовки отчетности по РСБУ. При этом этап описания и автоматизации бизнес-процессов лег серьезной дополнительной нагрузкой в первую очередь на бухгалтеров.

В результате становится явным ключевое требование цифровизации — описанием, внедрением и цифровизацией бизнес-процессов могут заниматься только люди, погруженные в них в своей повседневной деятельности. Ни один консультант не сможет заменить специалиста, знающего все тонкости управляемых им процессов, внешние специалисты, не включенные в рутину процесса, могут только помочь с методологией и оказать сервисные услуги. Данное узкое место процесса цифровизации требует от операционных специалистов дополнительных усилий и времени, помимо затрат на исполнение своих основных обязанностей. Люди, несущие дополнительную нагрузку, должны поощряться, и не только материально, они должны видеть перспективы своего профессионального и должностного роста.

Приведенные выше примеры повышения эффективности труда персонала и снижения рутинной нагрузки после цифровизации бизнес-процессов наглядно показывают безусловную правильность развития систем управления в этом направлении. Выигрывают от этого и специалисты, принимавшие участие в процессе цифровизации, — они получают системные знания и умение выстраивать и оптимизировать структуру управляемых операций и процедур, избавляются от необходимости принимать участие в рутинных процессах и получают возможность больше времени тратить на решение задач улучшения бизнеса. Системная работа по формализации и автоматизации работы бухгалтеров дала возможность повысить производительность их труда в два раза. Показатели эффективности деятельности бухгалтеров сразу после запуска системы мониторинга их работы находились на уровне 40–50 %. В течение одного квартала эффек-

тивность выросла до уровня 98–100 %. Пример мониторинга показателей эффективности деятельности сотрудников представлен на рисунке 17.

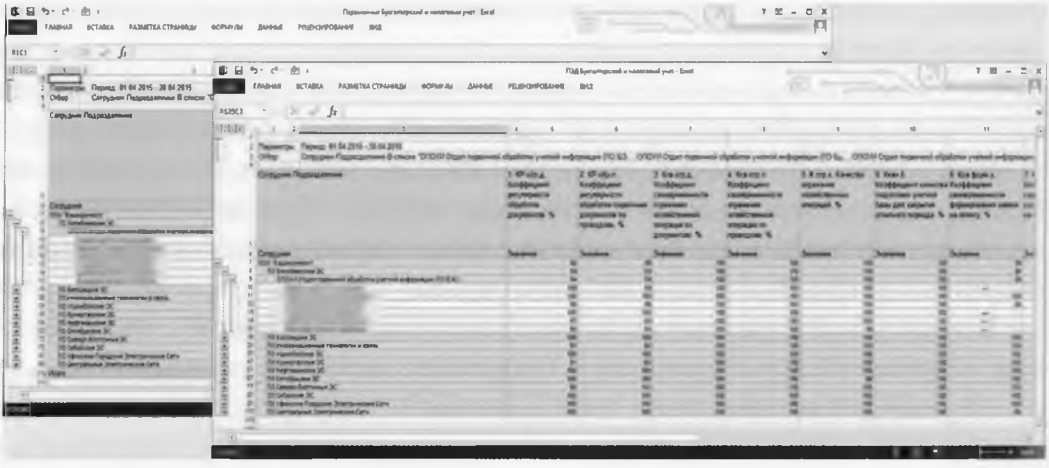


Рис. 17. Мониторинг эффективности деятельности сотрудников

Важной составной частью внедренных показателей эффективности деятельности сотрудников является система премирования. Если раньше начисляемая сотруднику премия в значительной степени зависела от мнения непосредственного руководителя, то теперь система автоматически учитывает количество, своевременность и сложность проведенных операций, количество ошибок, исправлений и повторов и ряд других факторов. Система оценки работы сотрудника, показатели, влияющие на начисление премии, расчетная формула понятны и прозрачны для него, процесс полностью автоматизирован. В частности, для бухгалтеров был полностью исключен субъективный фактор начальственного решения. Человек в любой момент времени может увидеть как формализованное отражение качества своей работы, так и величину премии, которую он получит по её итогам.

Внедрение автоматизированных показателей деятельности возможно там, где труд человека формализован и его результатом становится передача данных в информационную систему. Сегодня нет решений для автоматизации ПЭД персонала, занятого ручным трудом, но это не значит, что такие решения не будут появляться в ближайшие годы. Еще 10 лет назад мы не могли представить такие возможности в отношении финансистов, бухгалтеров, кадровиков, инженерно-технических служб.

3.6. Взаимодействие ключевых модулей цифровизации

В этой главе кратко описана технология создания и практического использования автоматизированных сквозных адаптируемых бизнес-процессов, являющихся одной из трех ключевых составляющих цифровизации бизнеса (рис. 18).



Рис. 18. Место автоматизированных сквозных адаптируемых бизнес-процессов в цифровизации производства и бизнеса

На рисунке 19 схематически представлено взаимодействие трех ключевых функциональных составляющих в цифровой модели предприятия: автоматизированных сквозных адаптируемых бизнес-процессов, IT-инфраструктуры технологических и административных процессов и аппаратной части сбора информации и исполнения принятых решений.

Описав этапы трансформации бизнеса от применения командно-административной вертикали управления к автоматизированным адапти-



Рис. 19. Схема взаимодействия ключевых функциональных составляющих

руемым сквозным бизнес-процессам, построенным на прямых связях между универсальным множеством объектов, рассмотрим более подробно их взаимосвязь с технологическими процессами и использованием технологий BIG DATA.

Совершенствование систем управления компании оказывает большее влияние на повышение ее эффективности, чем механическая замена оборудования на более современное и производительное, при этом используемое оборудование должно отвечать требованиям, предъявляемым к цифровизации бизнеса. Эффективность работы компании тем выше, чем лучше результаты менеджеров, которых они добиваются по следующим направлениям:

- ✓ умение разделить задачи по уровню сложности и цене принимаемого решения;
- ✓ умение и готовность делегировать принятие решений специалистам в соответствии с их компетенцией, а не позицией, занимаемой в иерархии управления;
- ✓ скорость принятия решения и умение признавать и исправлять допущенные ошибки;
- ✓ умение внедрять и использовать стандартизированные подходы к управленческим процессам;
- ✓ умение формировать, формализовывать и исполнять утвержденную и принятую акционерами и коллективом стратегию развития компании;
- ✓ умение формировать, формализовать и эффективно контролировать задачи функциональных блоков под цели компании;
- ✓ умение создать атмосферу готовности персонала работать на единую цель компании, а не на интересы функциональных блоков;
- ✓ умение нацелить коллектив на инновации и эффективные преобразования при сохранении устойчивости и надежности операционной деятельности компании;
- ✓ нацеленность на создание объективных и автоматизированных критериев оценки качества и эффективности работы персонала, стремление к исключению влияния субъективного фактора;
- ✓ постоянное желание повышения уровня зрелости управленческих сквозных бизнес-процессов и готовность к их применению.

Успешное решение перечисленных задач современными методами повышения эффективности компании положительно сказывается на ее конкурентоспособности, эффективности и рентабельности. Анализ показателей ряда компаний из различных отраслей экономики позволил построить зависимость уровня рентабельности чистой прибыли от эффективности управления бизнес-процессами. (см. рис. 20). Интегральный показатель включает в себя бюджетирование, мониторинг, планирование, управление денежными средствами и долгом, управление рисками и др.

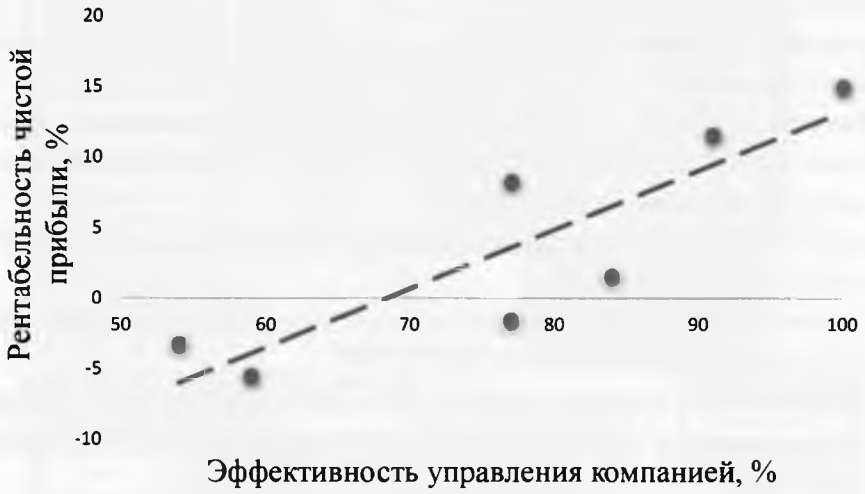


Рис. 20. Зависимость экономической эффективности компаний от зрелости систем управления

Уровень рентабельности безусловно имеет отраслевое влияние, зависит от внешних регуляторных факторов и уровня конкуренции на рынке товаров и услуг конкретной компании, но, как показал анализ, основным критерием эффективности компании сегодня становится зрелость ее управленческих бизнес-процессов, структуры и умение работать в проектном режиме.

Глава 4

Опыт цифровой трансформации бизнеса

Цифровая трансформация бизнеса базируется на фундаменте из трех ключевых составляющих:

1. Автоматизированные адаптируемые сквозные бизнес-процессы.
2. Мощные программно-аппаратные комплексы, использующие технологии DIG DATA, позволяющие за приемлемое время обрабатывать массив поступающих данных и получать необходимую информацию.
3. Цифровые периферийные устройства и иные источники информации, включенные в единый процесс сбора, передачи, обработки данных, принятия управленческих решений и их исполнения.

Алгоритм решения задачи цифровой трансформации бизнеса

Выше была сформулирована база, позволяющая применять технологии развития при решении конкретных задач цифровой трансформации. Процесс развития и переход на качественно новый уровень для любой системы связан с созданием ряда необходимых условий и формированием достаточных для их реализации возможностей, которые выстраиваются в следующий алгоритм:

1) сформировалась потребность в изменениях;
2) осуществляется подбор и подготовка кадров, желающих изменений и готовых к их проведению;
3) создаются технологические возможности для перехода на качественно новый уровень развития бизнеса, формируются эффективные институты проектного управления;
4) на основе анализа лучшего мирового опыта определяются пути решения существующих проблем;
5) точно определяются цели реализуемого проекта, ключевые партнеры и факторы, препятствующие развитию;
6) обеспечивается финансирование проекта;
7) внедряется механизм поощрения персонала в зависимости от достигнутых результатов, в том числе промежуточных.

Обсуждать пути развития и достигнутые результаты можно только на конкретных задачах и примерах. Каждая отрасль имеет свою специфику и законы развития. Зачастую они совпадают, но всегда требуют тонкой

настройки. Поэтому дальнейший материал, описывающий практический опыт цифровой трансформации бизнеса, будет излагаться на примере, реализованном в электрических распределительных сетях компании «Башкирэнерго».

4.1. Что стало толчком для развития и поиска путей решения

Проблемой для любой транспортной организации, а к таковым относятся и электрические сети, являются потери предмета транспортировки. Грузовые компании теряют грузы, особенно сыпучие, водоканалы из-за утечек воды и несанкционированных подключений несут серьезные финансовые потери, те же проблемы у тепловых и газовых компаний. Для электрических сетей технические потери из-за сопротивления проводников и коммерческие из-за хищений потребителями представляют собой комплекс серьезных проблем как технологических, так и экономико-правовых. Обсуждая на рабочих совещаниях перечень проблем, стоящих перед «Башкирэнерго», величина потерь в электрических сетях была выделена в отдельную ключевую проблему. Уровень потерь по странам мира [20] и в Башкирии в 2012 году представлен на рисунке 21.

Лидирующие позиции по минимизации уровня потерь электроэнергии в мире, как мы видим, занимают четыре страны: Республика Корея, Израиль, Германия и Япония. В России в 2012 году суммарные потери в сетях Единой национальной электрической сети (ЕНЭС) и в Межрегиональных распределительных сетевых компаниях (МРСК) составили 12,34 % от отпуска электроэнергии в сеть [21]. В Башкирии аналогичный показатель на момент начала разработки программы борьбы с потерями составлял 9,43 %. Особенностью Башкирских сетей являлось то, что в их состав входили сети как уровня ЕНЭС, так и уровня МРСК. По сравнению со среднероссийскими показателями выглядит неплохо, но менеджмент всегда должен быть нацелен на достижение лучших мировых результатов.

Укрупненный анализ позволил определить ожидаемый экономический эффект от снижения потерь в сетях Башкирии на 1 процентный пункт. От-

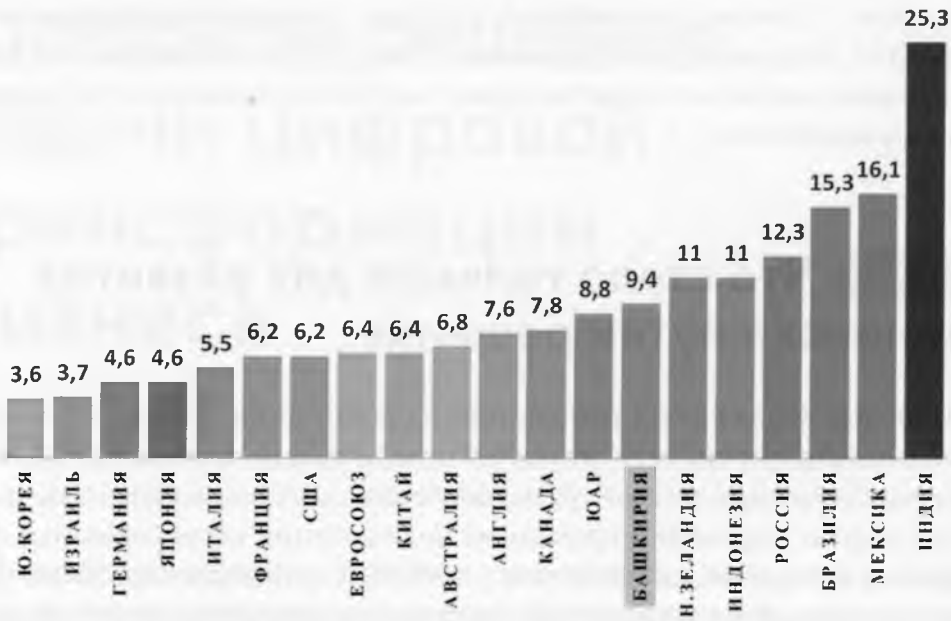


Рис. 21. Потери электроэнергии по регионам мира

пуск в сеть «Башкирэнерго» в 2012 году составил 20 272 млн кВт*час, таким образом, 1 процентный пункт от поступления в сеть будет равен 202,7 млн кВт*час. Средневзвешенная стоимость электроэнергии оптового рынка в 2012 году составила ~1,6 руб. / кВт*час. Таким образом, снижение потерь в сетях «Башкирэнерго» на 1 процентный пункт в объемах и ценах 2012 года дает экономию ~325 млн руб. При этом надо помнить, что снижение потерь — это не бухгалтерская игра цифр, и оно дает эффект не на бумаге, а в реальных деньгах. Все сетевые компании платят гарантирующим поставщикам за каждый купленный на оптовом рынке кВт*час для покрытия потерь электроэнергии. Поставив задачу снижения потерь на 30% и реализовав эту программу, «Башкирэнерго» получало возможность экономить до 1 млрд руб. в год. Сумма ожидаемой и достижимой экономии сопоставима с объемом годовой инвестиционной программы «Башкирэнерго». Сформулированная задача была однозначно достойна того, чтобы побороться за ее решение.

4.2. Подготовка команды прорыва

Особенностью «Башкирэнерго» было то, что наряду с еще тремя бывшими региональными акционерными обществами энергетики и электрификации (Татарстана, Новосибирской и Иркутской областей) оно не входило в состав РАО «ЕЭС России». Это сказалось на составе и опыте управленческих кадров. В РАО «ЕЭС России» серьезно был изменен их менталитет. На первое место вышли финансы. Обратной стороной такого прорывного изменения стало то, что к руководству компаниями зачастую пришли люди, не имеющие опыта работы в энергетике. Этот процесс привел к вымыванию из руководства технических специалистов и появлению серьезного слоя руководителей, нацеленных на достижение финансовых результатов и пользующихся большим запасом технической прочности энергосистемы. В этом были и плюсы, и минусы проведенной реформы управления в РАО «ЕЭС России». В «Башкирэнерго» сохранилась школа профессионального роста технических специалистов, серьезная база их подготовки, но подходы к экономике застряли в прошлом веке, и только единицы руководителей высшего звена мыслили при принятии решений экономическими категориями. Такая же картина была и на уровне среднего менеджмента. При этом очевидной истиной является то, что отсутствие поддержки на среднем уровне управления обрекает все начинания высшего менеджмента на неудачу. Поэтому появилась задача подготовки кадров для осуществления прорывных изменений. Надо отметить, что этот процесс оказался встречным. Люди хотят развиваться и профессионально расти, получать новые знания и расширять свой горизонт возможностей.

Проводить обучение менеджменту на базе учебного центра компании, как правило, нецелесообразно, даже если приглашаются внешние преподаватели и специалисты. Учебный центр компании всегда будет следовать ее стандартам и не даст слушателям возможности посмотреть на проблемы другими глазами, пообщаться с коллегами из других компаний и территорий. Поэтому оптимальным на сегодняшний день является площадка университетов и кафедр, имеющих современные наработки в обучающих программах и отраслевых знаниях.

В наборе учебной группы не было проблем, кроме одной — мест было меньше, чем желающих учиться. Это были руководители техниче-

ских специальностей, уже состоявшиеся как инженеры и администраторы, директора и главные инженеры электростанций и производственных отделений, руководители департаментов головной компании. Конечно, все понимали, что высокопрофессиональными экономистами они вряд ли станут, но, являясь управленцами среднего звена крупных компаний с перспективами служебного роста, важно было выработать у них привычку решать любую практическую задачу через призму экономической целесообразности. Учитывая специфику группы и серьезный практический опыт студентов, обучение нельзя было превратить в чисто теоретический курс. Необходимо давать знания с привязкой к их практическому опыту, расширяя кругозор на конкретных производственных примерах и задачах. Такой подход практикуется при обучении в магистратуре Уральского федерального университета по программе «Энергетический бизнес» на кафедре «Систем управления энергетикой и промышленными предприятиями» уже более 30 лет [21]. Именно это учебное заведение и было выбрано для решения задачи смены менталитета руководителей верхнего и среднего звена компании «Башкирэнерго».

Помимо подготовки кадров, необходимо заниматься формированием команды прорыва. Личный опыт автора и многочисленные обсуждения с коллегами из высшего менеджмента компаний в различных отраслях экономики позволили прийти к выводу о том, что в команду прорыва не так уж просто подобрать людей, обладающих необходимыми навыками и наклонностями.

Схематически персонал компании можно разделить на четыре группы, выделенные на рисунке 22.

При этом надо понимать, что люди, способные сформировать команду прорыва, рассредоточены по всей компании, ее подразделениям и уровням управления. Практика показывает, что наибольшая в процентном отношении группа специалистов, способная и готовая к решению прорывных задач, находится в среде среднего менеджмента. Найти таких специалистов и правильно сфокусировать их усилия — основная задача первого руководителя компании.

Почему мы столь подробно остановились на подготовке и привлечении к проекту менеджмента среднего уровня? Поясню это на примере из опыта реализации проекта Smart Grid в «Башкирэнерго».

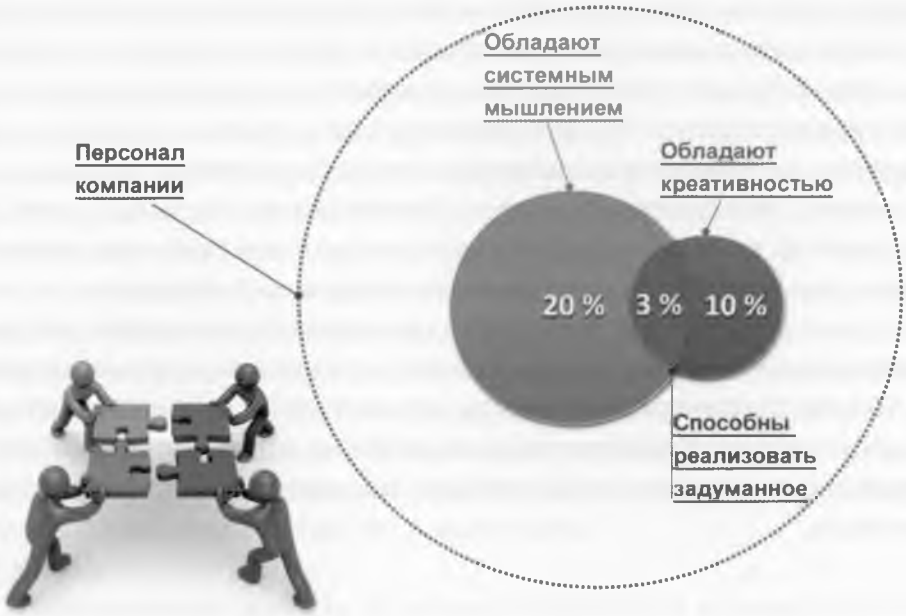


Рис. 22. Оценочное представление возможностей персонала компании

Надо понимать, что у большинства управленцев высшего звена, как правило, все хорошо и в производственном, и в бытовом плане. Это люди уже состоявшиеся, имеющие постоянный и высокий доход, пережившие в своем кресле не одного начальника и не желающие рисковать сложившимся благополучием, менять его на зыбкий путь перемен и неопределенности. Более того, скажем честно, некоторые из них остановились в развитии 10–20 лет назад. Есть среди высших менеджеров и люди, желающие перемен, но не готовые взять на себя ответственность лидера. Пожалуй, именно таких среди них большинство. Конечно, можно издать приказ и жестко отслеживать его исполнение, не вовлекая менеджмент, а насаждая ему преобразования в компании. И вскоре вы увидите, что все мероприятия выполняются, отчетность сдается, но изменений нет. Это результат того, что первый руководитель не смог создать команду единомышленников, команду проектного внедрения. Как это сделать?

Практическая реализация начинается с подписания приказа о создании проектной группы и разработке плана работ. Но целью этого приказа должно стать не жесткое распределение задач к выполнению, а при-

влечение всех заинтересованных в изменениях сотрудников независимо от их статуса и выполняемых обязанностей. Для молодежи это шанс проявить себя. Первый состав рабочей группы был сформирован из менеджеров среднего звена. Руководители среднего уровня достаточно профессиональны и могут участвовать в процессе развития, а главное, они этого хотят. Это интересный урок. Впоследствии большая часть топ-менеджеров встроилась в работу, но уже как члены рабочих групп, как первые среди равных. Были и такие, кого пришлось поменять.

Создавая рабочие группы в командно-приказном порядке, распределяя полномочия согласно занимаемым должностям, первый руководитель получает молчаливый саботаж от части замов, внешне исполнительных и поддерживающих нововведения, и одновременно теряет потенциально позитивных и активных специалистов из среднего звена управления.

4.3. Технология внедрения проектного управления

Начиная преобразования, прежде всего необходимо научиться успешно управлять проектами. Их эффективная реализация в срок, с заданным бюджетом, достижением заявленных целей позволяют проводить любые изменения.

Внедрение проектного управления целесообразно проводить поэтапно, по мере созревания менеджмента компании.

Первая ступень развития проектного офиса

После формирования перечня проектов и назначения кураторов и руководителей проектов (РП) проектным офисом готовится первый Приказ «Об инициации программы ключевых проектов». В Приказе отражается состав Управляющего комитета по ключевым проектам (УК), его основные функции и периодичность заседаний. Для начала этого достаточно. Приступать к разработке Положения об УК, в котором описываются цели, задачи и компетенции УК, его состав, порядок проведения

заседаний, права и обязанности членов УК на начальном этапе, нецелесообразно. У людей нет опыта работы, не выстроены формальные и неформальные связи, много несостыковок. На этом этапе особенно важно желание и готовность первого руководителя и топ-менеджмента регулярно обсуждать статус проектов, принимать решения по возникающим проблемам, вести жесткий контроль сроков исполнения, формировать рабочую среду, описание которой отразится в Положении. Важно, чтобы Положение отражало жизненные процессы, а не жизнь подстраивалась под мертворожденное Положение.

Учитывая, что действующая структура электросетевой компании является линейно-функциональной, а не проектной, руководителями проектов становились функциональные руководители в исполнительном аппарате, как правило, второй линейки (начальники департаментов). В этом были свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

- руководителю проекта не нужно погружаться в функциональную область, он ее прекрасно знает, понимает цели проекта и заинтересован в успешной реализации;
- руководителю проекта легче доказать свою точку зрения при реализации проекта и объяснить пути решения;
- нет необходимости в отдельном штате руководителей проектов.

Недостатки:

- руководителя проекта необходимо обучать навыкам проектного управления, что одновременно является плюсом с точки зрения развития персонала;
- загруженность текущей работой ведет к нехватке времени на реализацию проекта.

После того как руководитель проекта совместно с проектным офисом сформировал устав проекта, он выносит его на защиту на УК. Именно здесь решается вопрос о его дальнейшей реализации, обсуждение целей и планируемых результатов, сроков проекта и предварительного бюджета.

Реализация проекта на первом этапе контролировалась РП вручную, что сразу показало свою неэффективность. Возникла острая необходимость в автоматизации процессов управления проектами и контроля реализации.

Вторая ступень развития проектного офиса

На этой ступени в компании внедряется информационная система, автоматизируются процессы управления проектами. Наиболее важным моментом являлась автоматизация контроля исполнения календарно-сетевого графика (КСГ). Контроль исполнения КСГ сводится к автоматическому формированию еженедельных отчетов на основании заполняемых статусов работ ответственными исполнителями и его анализу со стороны руководителя проекта и проектного офиса.

Помимо совещаний УК, еженедельно по большинству проектов проводятся статусные совещания под руководством куратора проекта для решения оперативных вопросов с подключением территориально удаленных сотрудников.

По завершению проекта руководителем оформляется и защищается на управляющем комитете отчет. Подводятся итоги по проекту: выполнены ли критерии достижения цели, оценивается качество планирования сроков и бюджета проекта, деятельность рабочей группы.

На второй год в компании была введена проектная мотивация. В конце года по итогам успешно реализованных проектов куратор и руководитель определяли перечень сотрудников, участвовавших в проекте и заслуживающих, по их мнению, дополнительной проектной премии. Данный перечень проходил проверку проектного офиса и далее консолидировался по всем проектам и утверждался правлением компании.

Третья ступень развития проектного офиса

Постепенно возникла потребность в расширении методологии проектного управления. Началось формирование базы знаний, типовых календарно-сетевых графиков проектов, перечня обязательных работ в зависимости от вида проекта, была создана информационная система «Центр управления проектами».

Менталитет сотрудников Компании относительно необходимости проектного управления был изменен. Руководители подразделений стали видеть проведение любых плановых работ и изменений в виде проектов.

Полноценное формирование проектного управления в компании заняло около трех лет.

4.4. Анализ лучших мировых практик

Для достижения поставленной цели снижения потерь в сетях «Башкирэнерго» было целесообразно выстроить взаимоотношения не с аутсайдерами, а именно с мировыми лидерами в области практического опыта снижения потерь. Выстраивая отношения с какой-либо компанией, важно учитывать знания ее сотрудниками современных методов управления сетями, практический опыт эксплуатации новейшего оборудования, с одной стороны, и в то же время особую ценность представляют знания и опыт этих же людей в области эксплуатации наших сетей. Исторически сложилось так, что именно в Германию и Израиль в девяностые годы из России выехало много специалистов, имеющих опыт работы в советской энергетике. За прошедшие двадцать лет они получили знания и навыки работы с современными западными энергосистемами и оборудованием. При этом менталитет людей остался практически тем же, и, что не менее важно, специалисты с обеих сторон могут общаться на одном бытовом и техническом языке. То, насколько комфортно будет общение между представителями разных компаний и производственных культур, обязательно отразится на результатах совместной работы. Итак, мы определились, работая с представителями каких стран и регионов можно получить наилучший результат — это Германия и Израиль.

Был организован целый ряд ознакомительных и обучающих поездок для специалистов «Башкирэнерго» в эти страны и компании, имеющие передовой опыт эксплуатации электрических сетей. Совместная работа привела к тому, что появилось понимание, что задачу развития электросетевого комплекса Башкирии надо расширять и не ограничиваться только проблемой высоких потерь. Морально и физически изношенное оборудование, топология сетей, сложившаяся за 80 лет, старые подходы к формированию ремонтной и инвестиционной программ, устаревшие методы управления мешали совершить реальный качественный прорыв в развитии компании. Именно изучение передовой мировой практики привело к пониманию, что целью работы должно стать внедрение в сетевой комплекс технологий, позволяющих автоматически повышать его эффективность, надежность и экономичность. Эти возможности в 2012 году давали уже наработанные в Европе технологии Smart Grid,

включающие в себя технологии Smart Metering, которые решали изначально стоявшую перед нами проблему потерь и получения балансов электроэнергии в режиме реального времени.

Начав решать задачу снижения потерь в сетях, познакомившись с мировым опытом и проанализировав сложившуюся ситуацию и наши возможности по ее улучшению, менеджмент компании пришел к выводу, что существующие IT-технологии, программное обеспечение, методы передачи и обработки информации, существующие на рынке периферийные измерительные и коммутационные устройства позволяют кардинально повысить эффективность электрических сетей и снизить операционные затраты. Понимание того, что данная работа и параллельно развивающийся проект повышения эффективности системы управления компанией (см. рис. 23) впоследствии объединятся и приведут к единому результату, пришло не сразу. Но именно эти два ключевых проекта стали базой и позволили провести цифровизацию бизнеса в «Башкирэнерго».



Рис. 23. Рамки проекта Smart Grid, реализуемого параллельно проекту совершенствования системы управления компанией

4.5. Цели проекта и выбор партнеров

Первоначально поставленная задача снижения потерь в электрических сетях в процессе ее изучения и осмысления трансформировалась в более широкую задачу перехода от традиционных электрических сетей советского образца к сетям с элементами Smart Grid. В данном контексте под советскими понимаются сети, сформировавшиеся на технических решениях того времени, с соответствующим уровнем автоматизации и методами управления. Теперь появились новые технические и управленческие возможности и сформировались новые потребности как у потребителей, так и у эксплуатирующих организаций. Для успешной реализации задач по развитию сетевой инфраструктуры были определены цели реализуемого проекта:

- ✓ повышение качества и надежности электроснабжения потребителей;
- ✓ снижение аварийности в электрических сетях;
- ✓ снижение эксплуатационных затрат;
- ✓ повышение управляемости электросетевой инфраструктурой;
- ✓ существенное снижение потерь электрической энергии;
- ✓ обеспечение учета и баланса электроэнергии в реальном времени;
- ✓ обеспечение возможности подключения распределенной генерации.

Проект внедрения элементов Smart Grid, позволяющий решить поставленные задачи, был разделен на следующие этапы:

1) формирование технического задания на предварительное технико-экономическое обоснование (ПредТЭО) потребностей в развитии электросетевой инфраструктуры;
2) оценка экономической целесообразности проекта по развитию сети;
3) моделирование и анализ сети «как есть»;
4) формирование мероприятий по развитию сети;
5) моделирование сети «как должно быть»;
6) количественная оценка и сравнительный технико-экономический анализ мероприятий по развитию сети.
7) подготовка дорожной карты проекта по результатам ПредТЭО;
8) реализация пилотного проекта с тестированием технических решений и экономических результатов;

9) реализация основного проекта (подготовка проектно-сметной документации на весь проект, выбор поставщиков оборудования и подрядных организаций для строительно-монтажных работ).

Ещё раз необходимо отметить, что все мероприятия проводятся в режиме проектного управления. Помимо формирования проектного управления в компании, безусловным приоритетом при реализации пилотной части проекта было обеспечение его гарантированного тиражирования с возможностью использования оборудования и программного обеспечения конкурирующих производителей. Создать безальтернативный вариант решения означало бы «сесть на иглу» одного производителя.

Разработчиком проекта Smart Grid для электрических сетей города Уфа с учетом имеющегося опыта, наработок, оборудования и желания заниматься реализацией проекта совместно с «Башкирэнерго» была выбрана компания Siemens. При этом существовало объективное опасение, что проект, разработанный специалистами компании Siemens, может оказаться неприменим для привлечения к его реализации других поставщиков оборудования или программного обеспечения. Это не означает, что разработчики будут специально закладывать решения только под продукцию Siemens, но люди, работающие в компании, привыкают к ее стандартам и требованиям, они непроизвольно перекладывают их в свои решения просто потому, что они так привыкли.

Специалисты, работающие в «Башкирэнерго», на момент начала проекта не имели большого опыта разработки, проектирования и эксплуатации электрических сетей с современным оборудованием мировых производителей. Для исключения ситуации зависимости от принимаемых компанией Siemens технических разработок и снятия риска человеческого фактора было принято решение привлечь к проекту технического консультанта, который отвечал бы следующим критериям:

- ✓ это должна быть компания, эксплуатирующая электрические сети;
- ✓ у нее должен быть опыт интеграции в собственные сети оборудования любых производителей;
- ✓ желательно знание особенностей техники и систем управления российских электрических сетей;
- ✓ опыт работы на мировом рынке оборудования и программного обеспечения и его использование в эксплуатируемых сетях;

✓ низкий уровень потерь электроэнергии в эксплуатируемых сетях.

Предъявляемым критериям полностью отвечала только одна компания — Israel Electric Corporation.

Таким образом, был сформирован пул компаний, заинтересованных и способных реализовать проект Smart Grid в Уфе. Схема взаимодействия и стоящие перед компаниями задачи показаны на рисунке 24. Распределение функционала было закреплено соответствующим протоколом.

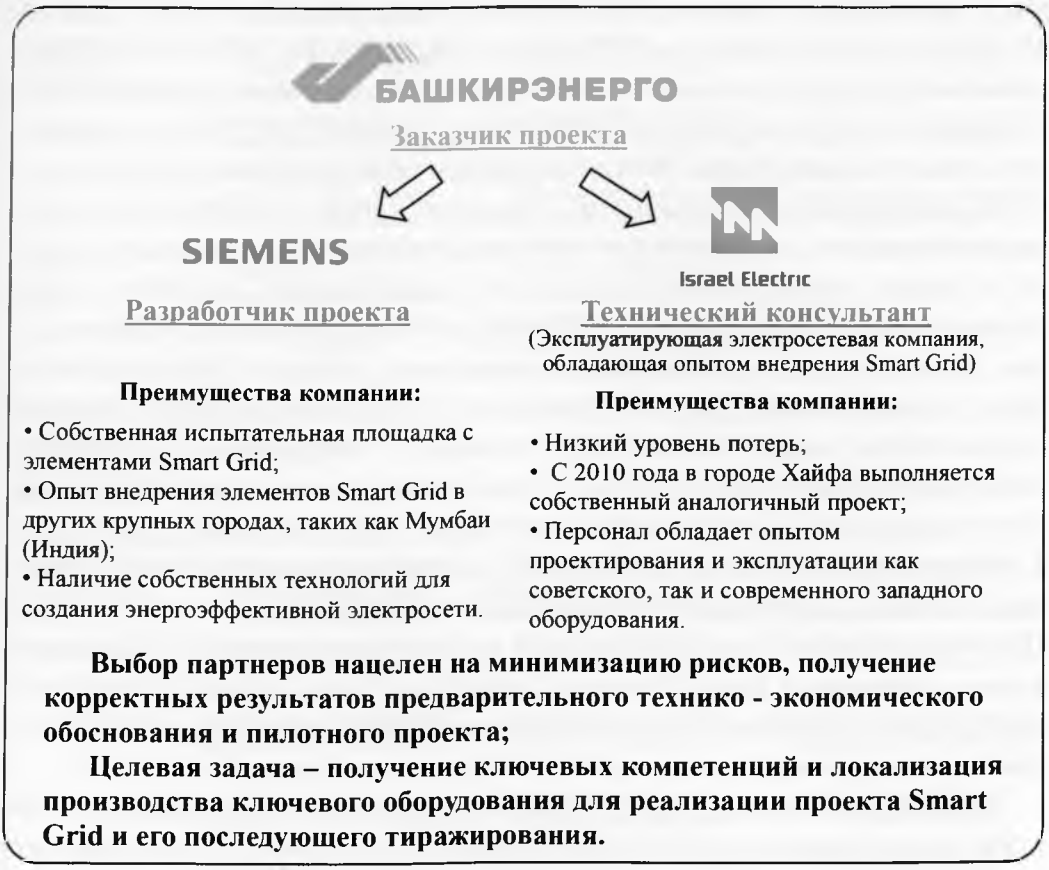


Рис. 24. Зоны ответственности и задачи компаний, участвующих в проекте

Проведенная компаниями предварительная работа позволила точно определить объем предстоящих преобразований и оценить их масштаб. Принятый для ПредТЭО подход оценки стоимости и эффективности

проекта целиком позволил провести ранжирование мероприятий по его реализации по их экономической эффективности и технологической целесообразности и начать с наиболее окупаемой и эффективной их части. Минусом такого подхода является то, что общий эффект от реализации проекта виден не сразу и нарастает в геометрической прогрессии ближе к его окончанию и слабо проявляется на его первых стадиях.

В качестве альтернативного рассматривался подход разделения всего проекта на отдельные территориальные участки, оптимизация каждого по отдельности и последующее их объединение в общий проект. Положительным эффектом от такого подхода является то, что он проще в расчетах, выборе технических решений, получении результата на отдельном участке и возможности быстро сравнить то, что планировали, с тем, что получили. Но последующее объединение отдельных частей, реализованных независимо, приведет к тому, что отдельные элементы большого проекта будут оптимизированы, а весь проект потеряет в своей эффективности и будет представлять из себя сумму оптимальных составляющих, собранных в неоптимальное единое целое. Поэтому подход оптимизации системы целиком представляется более правильным. Для электрических сетей минимальной ячейкой оптимизации может быть центр питания с покрываемой им зоной электроснабжения, но и в этом случае погрешность оптимизации достаточно велика из-за наличия перетоков. Определившись с подходом к оптимизации проекта, необходимо разработать корректные сценарные условия и критерии оценки различных вариантов его реализации. Для этого в результате совместной работы специалистов «Башкирэнерго», Siemens и Israel Electric Corporation были выбраны критерии и их целевые значения для сравнения сценариев развития и оптимизации различных вариантов, представленные в таблице 5.

Аналогичная работа была проведена специалистами компаний для определения сценариев и критериев для автоматизации и развития технологических систем управления с выбором и определением целевых показателей их реализации. Критерии проведенного анализа и полученные результаты представлены в таблице 6.

Таблица 5

Критерий	Целевые значения		
	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Уровень напряжения и топология	Использование классов напряжения 6 и 10 кВ с сохранением текущей топологии	Использование классов напряжения либо 6 и 10 кВ, либо 10 кВ с оптимизацией текущей топологии	Использование класса напряжения 10 кВ с оптимизацией топологии сети
Уровень автоматизации (степень внедрения технологий «умных сетей»)	Максимально целесообразный в рамках заданной топологии уровень автоматизации: SCADA; мониторинг; индикаторы места повреждения; использование микропроцессорной РЗА; интеллектуальные ТП и РТП; дистанционно управляемые разъединители и выключатели там, где это целесообразно (с учетом категорийности потребителей**)	Максимально целесообразный в рамках заданной топологии уровень автоматизации: SCADA; мониторинг; индикаторы места повреждения; использование микропроцессорной РЗА; интеллектуальные ТП и РТП; дистанционно управляемые разъединители и выключатели там, где это целесообразно (с учетом категорийности потребителей**) (будет окончательно сформулировано после определения уровня напряжения и топологии)	Высокий уровень автоматизации: Система DMS: SCADA, мониторинг, индикаторы места повреждения, использование микропроцессорной РЗА, интеллектуальные ТП и РТП, обеспечение самовосстановления, использование дистанционно управляемых выключателей
Увеличение надежности электроснабжения	+5 %	+10 %	+20 %
Снижение уровня коммерческих потерь	Автоматизированный коммерческий учет электроэнергии на границе балансовой принадлежности с потребителями — юридическими и физическими лицами с автоматизированным контролем небалансов в центрах питания 0,4 кВ один-два раза в месяц. (снижение коммерческих потерь на 90 %)	Автоматизированный коммерческий учет электроэнергии на границе балансовой принадлежности с потребителями — юридическими и физическими лицами с автоматизированным контролем небалансов в центрах питания 0,4 кВ один-два раза в месяц. + автоматизированный технический учет электроэнергии по уровням напряжения (снижение коммерческих потерь на 95 %).	Автоматизированный коммерческий учет электроэнергии на границе балансовой принадлежности с потребителями — юридическими и физическими лицами + автоматизированный технический учет электроэнергии по уровням напряжения с автоматическим контролем небалансов в реальном режиме времени (снижение коммерческих потерь на 100 %).
NPV	Максимальный уровень NPV на горизонте 10 лет		
Этапность проекта	Минимизация сроков реализации проекта		

Таблица 6

Критерий	Целевые значения		
	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Проведение переключений	Дистанционное управление секционными разъединителями и соответствующими выключателями	Дистанционное управление секционными разъединителями и соответствующими выключателями	Сеть ВН — полное дистанционное управление выключателями; сеть СН — полное дистанционное управление выключателями.
Индикация повреждения	Мониторинг состояния фидера — предоставляет информацию о точном расположении места повреждения, передаваемую по каналам связи в диспетчерский центр	Мониторинг состояния фидера — предоставляет информацию о точном расположении места повреждения, передаваемую по каналам связи в диспетчерский центр	Цифровые индикаторы повреждения с RTU — определение места повреждения в автоматическом режиме, анализ причины повреждения и его развития, мониторинг качества электроэнергии
Обнаружение места повреждения	Место повреждения автоматически определяется в диспетчерском центре	Место повреждения автоматически определяется в диспетчерском центре	Быстрое автоматическое определение места повреждения (Fast Automatic Fault Location Determination)
Изолирование места повреждения	Осуществляется дистанционно из диспетчерского центра	Осуществляется дистанционно из диспетчерского центра	Регулирование по замкнутому циклу сети среднего напряжения — сеть автоматически определяет и изолирует повреждение
Восстановление электроснабжения	Дистанционно из диспетчерского центра управление разъединителями (и соответствующими выключателями) и вручную с помощью выездной бригады	Дистанционно из диспетчерского центра управление разъединителями (и соответствующими выключателями) и вручную с помощью выездной бригады	Регулирование по замкнутому циклу сети среднего напряжения — после изолирования электроснабжение затронутых нагрузок восстанавливается автоматически
Запись событий / Прогноз повреждений	Система управления отключениями (Outage Management System)	Система управления отключениями (Outage Management System)	Система управления отключениями (Outage Management System)
SCADA	Система SCADA, установленная в диспетчерских центрах сетей высокого и среднего напряжения, — обеспечение наблюдаемости и частичного управления	Система SCADA, установленная в диспетчерских центрах сетей высокого и среднего напряжения, — обеспечение наблюдаемости и частичного управления	Система SCADA, установленная в диспетчерских центрах сетей высокого и среднего напряжения, — полная наблюдаемость и управление сетью. Система анализа прошлых событий (Historical Information System).

Критерий	Целевые значения		
	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
EMS/DMS	Приложение «Анализ электрической сети» для сети высокого и среднего напряжения: расчет режимов, оценка состояния, расчет токов КЗ	Приложение «Анализ электрической сети» для сети высокого и среднего напряжения: расчет режимов, оценка состояния, расчет токов КЗ	Комплексная система анализа электрической сети среднего и высокого напряжения: расчет режимов, оценка состояния, расчет токов КЗ, оптимальная реконфигурация фидеров, расчет балансов, регулирование спроса и прогноз потребления электроэнергии
Связь	Использование существующей оптоволоконной сети и ее расширение для обеспечения доставки телеметрии до диспетчерских	Использование существующей оптоволоконной сети и ее расширение для обеспечения доставки телеметрии до диспетчерских	Связь с использованием протоколов: МЭК61850, МЭК60870-5-101/103/104, Modbus, Profibus. Пониженное количество кабелей связи на подстанциях
Smart Metering	Да	Да	Да
Уровень автоматизации	Средний уровень	Средний уровень	Продвинутый уровень
Интеллектуальность сети	Высокий уровень	Высокий уровень	Очень высокий уровень
Самовосстановление сети	Нет	Нет	Да
Предположительное время ликвидации повреждения	От нескольких минут до нескольких часов (в зависимости от расстояния до места повреждения)	От нескольких минут до нескольких часов (в зависимости от расстояния до места повреждения)	Сеть ВН: несколько секунд. Сеть СН: несколько минут

Расчет моделей в рамках подготовки предварительного технико-экономического обоснования позволил определить окончательные параметры проекта Smart Grid для электрических сетей города Уфы и границы его реализации, представленные на рисунке 25.

Безусловным приоритетом при создании интеллектуальных сетей является разработка, строительство и запуск в эксплуатацию их «мозга» — Центра управления сетями (ЦУС). Существовавшие диспетчерские управления не соответствовали предъявляемым требованиям. Было принято решение о строительстве нового ЦУС с учетом требований к управлению интеллектуальными сетями и цифровизацией компании (см. рис. 26).

Территориальные границы и параметры проекта Smart Grid в г. Уфа



Характеристики города Уфа:

- Площадь: ~707 км²;
- Один из 10-ти крупнейших городов РФ;
- Население: более 1миллиона человек;
- 51 подстанция напряжения 35-110 кВ;
- Используемые уровни напряжения: 110/35/10/6 кВ;
- Общая длина линий 35-110 кВ - 103 км;
- Общая длина линий 6-10кВ – 3513 км;
- Общее количество РП/ТП 6-10 кВ 2178 шт., в границах проекта 1940 шт.

Масштаб проекта:

- Обеспечение дистанционного управления 359 РП и ТП за 5 лет;
- Обеспечение наблюдаемости 156 РП и 357 узловых ТП за 5 лет;
- Оптимизация топологии сети (прокладка
- 85 км кабельных линий) за 5 лет;
- Реконструкция центра управления сетями с внедрением автоматизированной системы диспетчерского управления;
- Внедрение 80 тыс. приборов учета и системы формирования балансов в реальном времени.

Рис. 25. Границы проекта Smart Grid в городе Уфе



Рис. 26. Центр управления сетями города Уфы

4.6. Источники финансирования и экономическая эффективность

Вопрос финансового обеспечения любого проекта, как правило, один из самых сложных. Перед менеджментом стояла задача обеспечить финансирование и реализацию проекта без привлечения заимствованных средств. Проект стал базой для 10-летней программы RAB-регулирования (Regulatory Asset Base — регулируемая база инвестированного капитала). Такой подход позволил обеспечить финансирование проекта за счет десятилетнего потока денежных средств и получаемой экономии от его реализации. Это не означает, что другие компании не могут использовать иные механизмы инвестирования.

В системе RAB тарифы устанавливаются на срок до 10 лет, что позволяет планировать долгосрочное развитие компании, заниматься реализацией крупных инвестиционных проектов, привлекать деньги на

длительные периоды по более низкой стоимости. Мировая практика применения регулирования тарифов на основе RAB показала ряд преимуществ перед системой «Затраты плюс» как для компаний, так и для потребителей. Компании в системе RAB получают два основных преимущества по сравнению с компаниями, работающими в системе «Затраты плюс». Первое — гарантированный возврат инвестиций и доход на инвестиции, достаточный для обслуживания кредитов и получения прибыли, второе — так как вся полученная за период регулирования экономия остается в компании, появляется стимул для снижения издержек. В параметры инвестиционной программы при RAB-регулировании закладываются показатели повышения надежности и качества работы компании, что формализует ее ответственность перед потребителями и закладывает для нее штрафные санкции в случае неисполнения заданных параметров.

Метод RAB-регулирования впервые был применен для электросетевых компаний Англии в начале 1990-х годов. Впоследствии на этот метод тарифообразования перешли Канада, США, Австралия, многие страны Западной Европы, Румыния, Болгария, Польша и ряд других государств. В России Федеральный закон № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» и распоряжение правительства РФ № 30-р обязали все сетевые организации к 2012 году перейти на долгосрочное регулирование.

На 2019 год метод RAB-регулирования тарифов в России применяется только в отношении электрических сетей в части передачи и распределения электроэнергии и не внедрен в других регулируемых отраслях из-за отсутствия для них утвержденных правительством методик расчета параметров RAB. Прогрессивные экономические методы стимулирования развития бизнеса, заложенные в методику RAB-регулирования, безусловно стали прорывным трендом для компаний электросетевого комплекса и являются стратегической возможностью для их развития. Эффективные тарифные решения являются первой ключевой составляющей стратегии развития энергокомпании. Основные особенности методов регулирования тарифов «Затраты плюс» и RAB приведены в таблице 7:

Промежуточные результаты проекта, полученные по итогам 2017 года, представлены в таблице 8. Ключевые показатели, заложенные в про-

Таблица 7

	Параметр	Затраты плюс	RAB
1	Период регулирования	1 год	До 10 лет
2	Корректировка на отклонения	Нет	6 видов ежегодных корректировок
3	Регулирование операционных расходов	Экономически обоснованные расходы	На основе метода сравнения аналогов
4	Стимулы снижения затрат	Нет	Экономия за период регулирования остается в компании
5	Источники для инвестиций	Амортизация и прибыль текущего года	Возврат заемного капитал через тарифы в сроки, установленные законодательством
6	Регулирование стоимости капитала	Проценты по кредитам в фактическом объеме в фактические сроки	Метод нормирования, допускающий отклонение от фактической величины стоимости кредитов
7	Повышение качества обслуживания потребителей	Нет	Параметры надежности и качества заложены в параметры инвестпрограммы
8	Период планирования	1 год	На период RAB-регулирования

ект во время подготовки предварительного технико-экономического обоснования, были выполнены успешно и в срок, появились дополнительные положительные эффекты, которые на начальном этапе не учитывались. Использование современного оборудования, не требующего текущего обслуживания в течение срока службы и уменьшения его габаритов, по сравнению с эксплуатируемым ранее, примерно в 2 раза, не только высвободило эксплуатационный персонал, но и дало возможность увеличить мощность для присоединения новых потребителей, без проведения капитальных затрат и строительных работ.

Таблица 8

Мероприятия	Наименование эффектов	Целевое значение	Статус по итогам 2017 года
Оптимизация структуры сетей	Снижение технических потерь	До 10 %	Снижение по отношению к 2015 г. на 2 % при росте потребления на 4 % в периметре проекта
	Полноценная автоматизация		Осуществлено на 9 РП и 86 ТП
	Дистанционное управление сетью		Осуществлено на 7 ПС, 14 РП и 138 ТП. Проложено 50 км кабельных линий.
	Высвобождение мощностей	До 70 МВт	45 МВт по реконструированным объектам
Автоматизация управления сетями	Экономия времени на переключения	До 70 %	Осуществлено на 7 ПС. 14 РП и 138 ТП
	Сокращение времени перерывов электроснабжения	До 30–40 минут	Осуществлено для реконструированных РП и ТП
	Снижение затрат на обслуживание и ремонт оборудования	На 20 %	Затраты на ремонт и эксплуатацию на реконструированных объектах уменьшены либо исключены полностью
	Оптимизации режимов работы сети в реальном времени		Осуществлено на 9 РП и 86 ТП
	Продление срока службы существующего оборудования на 10 %		Может быть оценено по итогам реализации всего проекта
	Повышение производительности труда за счет автоматизации	На 20 %	Осуществлено на 7 ПС, 25 РП и 224 ТП
Внедрение интеллектуального учета	Снижение коммерческих потерь электроэнергии	До 30 %	Снижение по отношению к 2015 году на 16 % при росте потребления на 4 % в периметре проекта. Установлено 28 тыс. счетчиков (31 % от целевой величины)

Полученные промежуточные результаты подтвердили ожидаемый расчетный дисконтированный срок окупаемости проекта — 9 лет. При этом основные эффекты от реализации проекта сосредоточились в четырех основных группах, представленных на рисунке 27.



Рис. 27. Источники получения экономического эффекта

Проще всего обосновать эффекты, получаемые от доходности на вложенный капитал и от возврата нового капитала. Эти величины прописываются в договоре на RAB-регулирование после их утверждения тарифными и иными государственными органами. Прибыль компании по этим видам вложений гарантирована и может быть просчитана на годы вперед.

За остальные примерно 30% прибыли, остающейся в распоряжении компании, предстоит побороться.

Положительную динамику и высокий экономический эффект всегда легче получать там, где на старте отсутствует организационный порядок. Наведение порядка и применение новых технологий в технике и управлении дают взрывной положительный эффект. К 2011 году уже были известны технологии Smart Metering, но в России еще не было опыта их массового использования и понимания, к какому эффекту они приведут. Разрабатывая стратегию развития «Башкирэнерго», специалисты компании оценили необходимые затраты и ожидаемый экономический эффект от реализации

программы борьбы с потерями в сетях. Ключевой составляющей этой программы был проект создания системы автоматизированного коммерческого учета электроэнергии, позволяющей получать ее баланс в режиме реального времени. Оценка эффективности проекта, защищавшегося в рамках стратегии развития компании в 2011 году, приведена на рисунке 28.

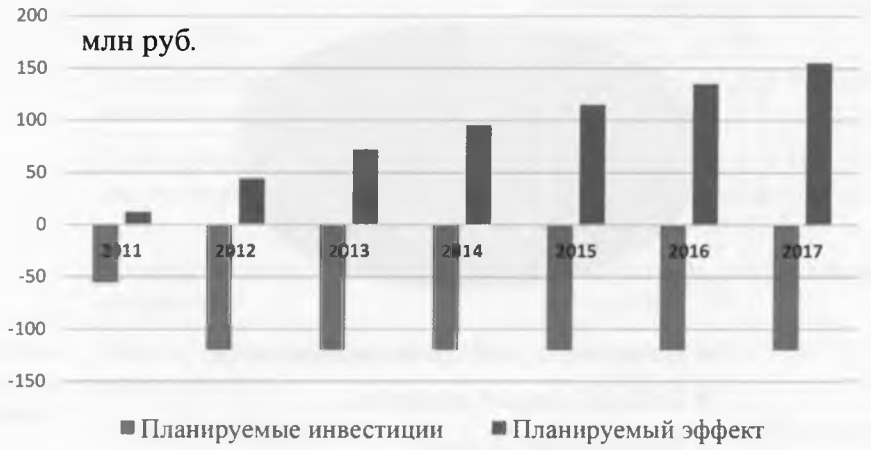


Рис. 28. Ожидаемые финансовые показатели проекта снижения потерь, утвержденные в стратегии компании в 2011 году, млн руб.

Фактические результаты значительно превзошли ожидания (рис. 29).



Рис. 29. Фактически полученные результаты

Значительное различие фактически полученных и ожидаемых экономических результатов программы снижения потерь объясняется рядом факторов:

- ✓ при оценке проекта не было точного понимания объема стоящей перед компанией проблемы, она оценивалась экспертно-расчетным методом, а не прямыми измерениями;
- ✓ постоянное требование снижения коммерческих потерь, существовавшее и до принятия программы снижения потерь, приводило к тому, что ответственные за исполнение этих показателей начинали прятать их в технических потерях, которые так же определялись расчетным путем;
- ✓ консервативностью оценки проекта менеджментом.

В процессе реализации программы она неоднократно корректировалась в сторону ускорения ее исполнения, и акционеры, и менеджмент видели, что эффект получается колоссальным. Планировавшиеся инвестиции за 6 лет были увеличены с 656 млн руб. до 867 млн руб., при этом полученный эффект составил 1179 млн руб., вместо ожидавшегося по утвержденной стратегии 473 млн руб. Эффект программы снижения потерь за период 2011–2019 годов составил 1,2 млрд руб. (см. рис. 30).

Инвестиционные затраты на программу снижения потерь являются конечными и закончатся после ее выполнения, а эффекты, которые она

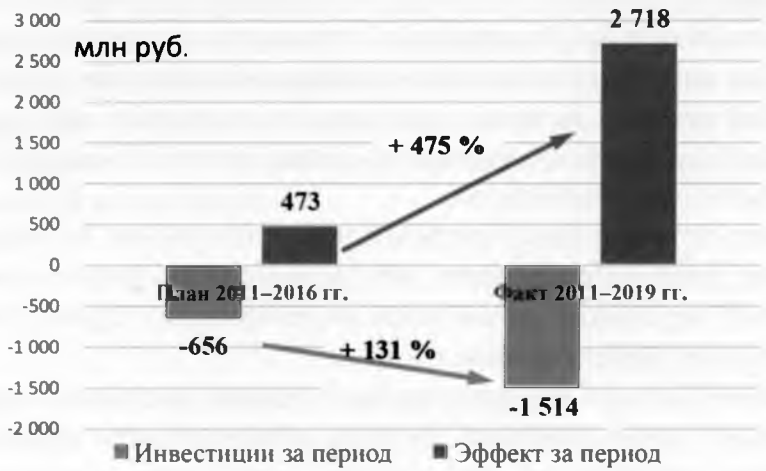


Рис. 30. Инвестиции и эффект программы снижения потерь

приносит, будут сохраняться. Компания получила эффект не только в финансах, снизив платежи на оптовый рынок электроэнергии за счет снижения потерь, но и в экономике. В 2014 году ООО «Башкирэнерго» перешло на систему долгосрочного тарифообразования методом RAB-регулирования и стало первой и пока единственной в стране компанией, которая перешла на 10-летний RAB. При этом в базе тарифа был заложен существовавший уровень потерь с динамикой снижения. Добиваясь более эффективного снижения потерь, компания оставляет весь полученный экономический эффект в своем распоряжении и может его направлять как на дополнительные инвестиции, так и на выплату дивидендов акционерам.

Если три первые составляющие экономического эффекта легко посчитать — первые две по тарифным решениям, а третью после получения практических результатов, — то повышение операционной эффективности доказать и объяснить как следствие реализации программы Smart Grid сложнее. Это связано с рядом факторов, влияющих на этот показатель:

- ✓ Происходит замена оборудования на современное, не требующее обслуживания весь период его эксплуатации. Можно оценить, какие были затраты до реконструкции на запасные части, регламентные ремонты и обслуживание, количество персонала, занятого этими работами. Но все эти затраты были внутри затрат на оперативные работы, поэтому выделить их точную величину достаточно сложно.
- ✓ Дистанционные измерение и управление позволяют уменьшить объем работы оперативных выездных бригад, но точные замеры затрат времени на проведение тех или иных работ никогда не проводились. Поэтому определить уменьшение объема работ можно только оценочным путем.
- ✓ Замер потребления электроэнергии и получения ее баланса в режиме реального времени дает возможность точнее планировать работу персонала, в том числе и технических служб. Точно оценить этот эффект крайне сложно.
- ✓ Знание баланса электроэнергии в режиме реального времени позволяет точно понимать резервы мощности для присоединения новых потребителей, что снижает потребность в дополнительных капитальных затратах.

- ✓ До появления системы Smart Metering баланс энергосистемы составлялся два раза в год по данным приборов учета на местах и в лучшем случае охватывал подстанции 110 кВ и выше. Это требовало отвлечения от основной работы практически всего оперативного персонала. Не говоря о точности измерений, можно видеть, что как минимум на два дня в году увеличилось время работы персонала на своей основной работе.
- ✓ Уменьшились время и частота отключения потребителей. Это привело к увеличению объема потребления электроэнергии и, как следствие, ее транспорта по электрическим сетям.
- ✓ Серьезность улучшения показателей надежности электрических сетей SAIDI (длительность отключения) и SAIFI (частота отключения) из-за отсутствия штрафных санкций в отношении электросетевых компаний за их высокие значения на сегодняшний день не столь актуальна. Принятие правительством решения об использовании системы штрафов, аналогичной европейской, приведет к значимости данных показателей на уровне затрат на покрытие фактических потерь в электрических сетях. В выигрыше останутся компании, которые уже сейчас готовятся к этой ситуации.

Приведенные примеры показывают, что точно оценить повышение операционной эффективности электросетевой компании в результате реализации программы Smart Grid невозможно. По разным оценкам эта величина колеблется в пределах от 2 до 10%. Введение штрафных санкций за низкие показатели качества электроснабжения, по аналогии с европейскими, потребует разработки и реализации программ аналогичных Smart Grid. Это приведет к повышению значимости этих программ до уровня не менее 25% от всех экономических эффектов, получаемых электросетевой компанией.

Глава 5

Направления развития цифровизации электрических сетей

Важной частью цифровизации являются периферийные устройства получения информации и исполнения принятых решений. Отсутствие их в цифровом комплексе не позволяет добиться автоматической работы всей системы. Только эти устройства могут стать источником информации для работы автоматизированных бизнес-процессов, систем обработки данных и принятия решений, каналов передачи данных и команд.

Периферийные устройства не могут быть универсальными на все случаи жизни. Это специализированный инструмент для выполнения конкретных задач в конкретном месте и с конкретными параметрами. Отсюда следует их разнообразие для выполнения задач цифровой трансформации экономики. Рассмотрим, как цифровая трансформация электрических сетей повлияла на создание нового класса линейных коммутационных аппаратов, и примеры их применения.

Цифровизация электрических сетей разного уровня напряжения направлена на разные целевые группы. Для сетей уровня напряжения 110 кВ и выше — это сами электросетевые компании и крупные потребители, подключенные к этим уровням напряжения. Целью цифровизации становится улучшение технологических свойств сети: цифровая под-

станция, цифровой учет, цифровой баланс, цифровое управление. Основной задачей становится внедрение цифровых технологий взамен аналоговых, что значимо повышает надежность и качество работы основного оборудования.

Что касается сетей напряжением 35 кВ и ниже, то именно цифровизация во всех ее аспектах позволяет кардинальным образом изменить качество работы и потребления электроэнергии, дает положительные эффекты как электросетевым компаниям, так и массовому потребителю. Цифровизация изменила не только технологию работы электрических сетей, но и практику управления ими, дала возможность минимизировать человеческий фактор в принятии управленческих решений, освободить человека от многих рутинных операций в процессе эксплуатации электрических сетей. Количество событий в высоковольтных электрических сетях в тысячи раз меньше, чем в сетях среднего и низкого напряжения, поэтому основные экономический, ресурсный и качественный эффекты от цифровизации электрических сетей получают электросетевые компании, управляющие сетями среднего и низкого напряжения, и присоединенные к ним потребители.

Технологии и полученные результаты от цифровизации сетей среднего и низкого напряжения для сетевой компании и потребителей крупных городов были описаны в третьей главе книги, и они в основном относятся к цифровизации кабельных сетей с высокой степенью централизации как технологического, так и административного управления.

Кроме того, исторически автоматика и надежность электрических сетей уровня 110 кВ и выше разрабатывались опережающими темпами по сравнению с автоматикой сетей среднего напряжения. Это обуславливалось этапами развития энергетики и потребностью в обеспечении надежной работы крупных промышленных предприятий. Обеспечение надежного электроснабжения малых потребителей и физических лиц уходило на второй план. Сегодня пришло время заниматься этими вопросами, так как развитие техники позволяет решать их эффективно, более того, всегда наведение порядка в области, наименее затронутой этим процессом, дает максимальный экономический и управленческий эффект.

Большую часть сетей среднего напряжения по протяженности и количеству присоединенных потребителей в России составляют воздушные линии 6–10 кВ, так называемые сельские сети. Именно цифровая

трансформация этих сетей даст максимальный эффект, позволит снизить потери и выработку электроэнергии, повысить эффективность ее использования, ускорить внедрение рассредоточенной генерации и накопителей энергии, возобновляемых источников энергии. Анализу экономики, технологического и управленческого подхода при цифровой трансформации этих сетей будет посвящена данная глава.

5.1. Основное оборудование и его функциональное назначение при управлении режимами распределительных сетей

Правила построения и работы SCADA-системы и информационного обмена между центром управления и периферийными устройствами для воздушных распределительных сетей хотя и имеют свои особенности, но принципиально ничем не отличаются от аналогичных систем, используемых в кабельных сетях. Устройства полевого уровня в воздушных линиях имеют серьезные технические и функциональные отличия от устройств, используемых в кабельных линиях (см. рис. 31).

Комплектное распределительное устройство (КРУ)

Электроустановка, служащая для приёма и распределения электрической энергии одного класса напряжения, содержит набор коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики (РЗиА), телемеханики (ТМ) и средства учёта и измерения.

Цель установки в сеть:

- ✓ прием и распределение электроэнергии одного класса напряжения;
- ✓ обнаружение и устранение режимов короткого замыкания;
- ✓ защита и автоматизация режимов работы сети;
- ✓ первичная обработка сигналов управления, их получение и передача в ЦУС, исполнение команд управления режимом сети.

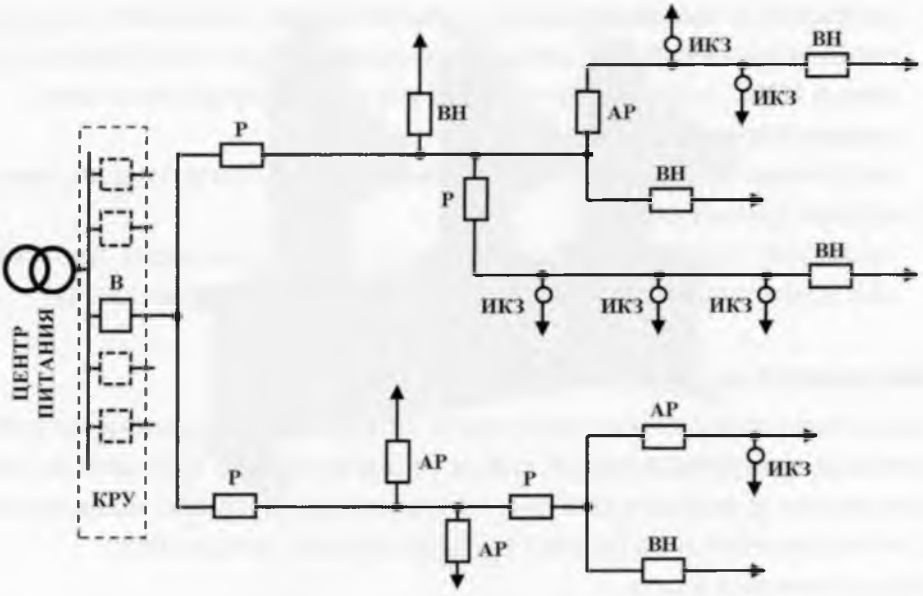


Рис. 31. Полевой уровень аппаратных решений для наблюдаемости и управляемости воздушных сетей 6–10 кВ

Критерии применения:

- ✓ наличие выключателей (В), позволяющих производить отключение линии в момент протекания максимальных токов короткого замыкания;
- ✓ наличие средств РЗиА и ТМ;
- ✓ наличие средств учета и измерения.

Высоковольтный выключатель (В)

Предназначен для оперативных включений и отключений линий электропередачи из центра питания (подстанция, от РУ 10 (6) кВ которой электрическая энергия распределяется по сети данного района). Способен отключать без повреждения как номинальные нагрузочные токи, так и токи короткого замыкания в аварийных режимах при ручном, дистанционном или автоматическом управлении.

Цель установки в сеть:

- ✓ защита и автоматизация режимов работы сети;

- ✓ автоматика высоковольтного выключателя позволяет проводить первичную обработку сигналов управления, их получение и передача в ЦУС, исполнение команд управления режимом сети;
- ✓ секционирование сети;
- ✓ выделение аварийного участка максимально близко к месту аварии;

Критерии применения:

- ✓ позволяет производить отключение линии в момент протекания как номинальных токов, так и токов короткого замыкания.

Выключатель нагрузки (ВН)

Высоковольтный коммутационный аппарат, занимающий по уровню допустимых коммутационных токов промежуточное положение между выключателем и разъединителем, допускает коммутацию номинального тока, но не рассчитан на разрыв токов короткого замыкания.

Цель установки в сеть:

- ✓ защита и автоматизация режимов работы сети;
- ✓ автоматика выключателя нагрузки позволяет проводить первичную обработку сигналов управления, их получение и передачу в ЦУС, исполнение команд управления режимом сети;
- ✓ секционирование сети;
- ✓ выделение аварийного участка максимально близко к месту аварии;

Критерии применения:

- ✓ позволяет производить отключение линии в момент протекания номинальных токов;
- ✓ для отключения токов короткого замыкания требуется использование специальных предохранителей;
- ✓ использование для выделения границ балансовой принадлежности.

Реклоузер (Р)

Используется как автоматический пункт секционирования воздушных электрических сетей, состоящий из коммутационного модуля, встроенной системы измерения токов и напряжения, шкафа управления с микропроцессорной системой РЗА, оборудованием для передачи данных и возможностью работы в SCADA-системе. Предназначен для коммутации и номинальных токов, токов короткого замыкания.



Рис. 32

Цель установки в сеть:

- ✓ предупреждение отключений сети выключателями на центрах питания, увеличение ресурса их работы;
- ✓ автоматическое восстановление питания на участках сети при самоустраняющихся коротких замыканиях;
- ✓ обнаружение и отключение устойчивых коротких замыканий на участках сети;
- ✓ обеспечение селективности работы защит без изменения уставок релейной защиты и автоматики;
- ✓ секционирование сети;
- ✓ выделение аварийного участка максимально близко к месту аварии;
- ✓ обмен информацией и командами управления с ЦУС.

Критерии применения:

- ✓ вакуумный выключатель позволяет производить отключение линии в момент протекания токов короткого замыкания;
- ✓ наличие контроллера, позволяющего управлять режимом работы реклоузера;
- ✓ наличие системы передачи данных в SCADA и выполнения команд, поступающих из ЦУС или от оперативной выездной бригады (ОВБ);

- ✓ возможность ручного управления режимом работы (взвод, включение и отключение).

Автоматический разъединитель (АР)

Контактный коммутационный аппарат, предназначенный для обнаружения и определения токов короткого замыкания, при наличии устойчивого короткого замыкания автоматически отключает поврежденный участок электрической сети в бестоковую паузу, в отключенном положении имеет изоляционный воздушный промежуток.



Рис. 33

Цель установки в сеть:

- ✓ защита и автоматизация режимов работы сети;
- ✓ обнаружение и автоматическое устранение режимов короткого замыкания;
- ✓ секционирование сети;
- ✓ выделение аварийного участка максимально близко к месту аварии;
- ✓ обеспечение селективности работы защиты без изменения уставок релейной защиты и автоматики.

Критерии применения:

- ✓ установка производится на линейных участках воздушной (комбинированной) электрической сети;
- ✓ отключение линии производится в бестоковую паузу;

- ✓ наличие специализированного микропроцессора, позволяющего управлять селективностью работы автоматического разъединителя;
- ✓ возможность ручного управления режимом работы (замыкание и размыкание сети);
- ✓ доступность для оперативных выездных бригад;
- ✓ создает видимый разрыв сети.

Индикатор короткого замыкания (ИКЗ)

Предназначен для оперативного выявления, локализации и визуальной сигнализации наличия короткого замыкания на участке электрической сети.



Рис. 34

Цель установки в сеть:

- ✓ индикация аварии на участке сети;
- ✓ сокращение времени эффективного поиска поврежденного участка сети.

Критерии применения:

- ✓ визуальная наблюдаемость состояния индикатора;
- ✓ доступность для дистанционного осмотра членами оперативной выездной бригады с дорог и проездов.

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии и мощности (АСКУЭиМ)

Цель установки в сеть:

- ✓ обеспечение технического и коммерческого учета электроэнергии;
- ✓ формирование баланса электроэнергии в узлах, участках, точках генерации и потребления.

Критерии применения:

- ✓ использование во всех точках замера только интеллектуальных приборов учета электроэнергии;
- ✓ наличие каналов связи для передачи информации о потреблении электроэнергии от приборов учета в центр обработки данных;
- ✓ наличие достаточных по объему и скорости вычислительных мощностей для расчета балансов электроэнергии в режиме реального времени.

Силовой трансформатор 6 (10) / 0,4 кВ с автоматической регулировкой под нагрузкой

Цель установки в сеть:

- ✓ обеспечение автоматической регулировки уровня напряжения в электрической сети;
- ✓ обеспечение согласованной работы сети и включенной в нее рассредоточенной генерации.

Критерии применения:

- ✓ пониженные уровни рабочего напряжения в удаленных электрических сетях;
- ✓ резкое изменение нагрузки потребителей в часы минимума и максимума как в сезонном, так и в суточном графиках;
- ✓ наличие подключенной рассредоточенной генерации малой мощности.

5.2. Последовательность работы оборудования и обеспечение селективности защит в современных воздушных линиях электропередачи напряжением 6–35 кВ

До появления нового класса оборудования, способного обеспечивать защиту или локализацию участков сети в зависимости от места короткого замыкания, единственным способом защиты была установка высоковольтных выключателей (**В**) в КРУ центров питания. При возникновении короткого замыкания на любом участке линии, подключенной через данный выключатель, происходило срабатывание защит, дающих команду на его отключение. Таким образом, прерывалось электроснабжение всех потребителей, подключенных к данной воздушной линии. Для минимизации объемов отключений по всей длине линии устанавливаются секционные разъединители и предохранители. Работы по секционированию участка сети или замене сгоревшего предохранителя могут производиться оперативной выездной бригадой с выездом на место и занимают минимум несколько часов на передвижение, осмотр линии и секционирование или восстановление аварийного участка сети. При этом наиболее распространенными короткими замыканиями, при которых срабатывают предохранители, являются кратковременные замыкания, не влияющие на работоспособность сети. Это происходит, например, при кратковременном замыкании при порыве ветра, упавшей ветке дерева, птице и т. п. Такие короткие замыкания не являются устойчивыми, на практике составляют примерно 80 % от общего их числа, но продолжительность перерыва электроснабжения потребителей сопоставима со случаями, когда короткие замыкания являются устойчивыми.

Для повышения надежности сети и снижения времени перерывов электроснабжения были разработаны и в настоящее время широко внедряются такие коммутационные аппараты, как реклоузеры и автоматические разъединители. Рассмотрим принцип функционирования линейного коммутационного оборудования, предназначенного для

локализации аварийных участков сети, на примере, приведенном на рисунке 35.

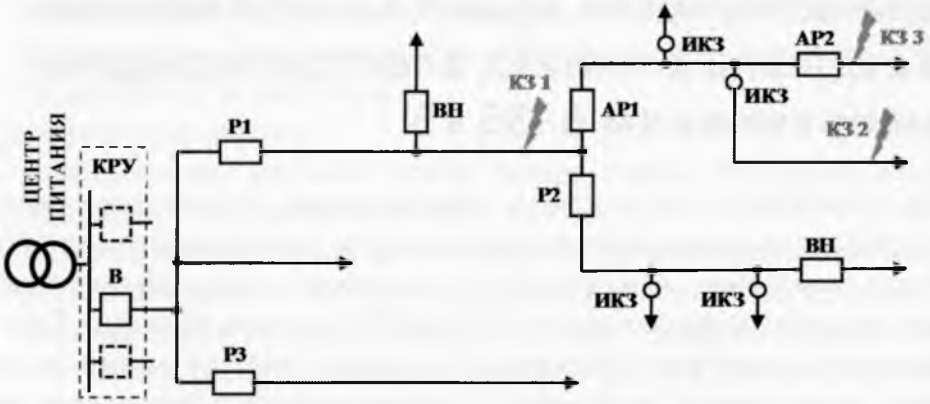


Рис. 35. Функциональная схема, поясняющая принцип работы коммутационных аппаратов

1. Отсутствие в сети линейных коммутационных аппаратов, короткое замыкание на любом участке фидера.

В случае возникновения аварийного режима в любой точке сети, не имеющей автоматического линейного коммутационного оборудования (реклоузеры **Р**, автоматические разъединители **АР**), отключение сети производится выключателем **В** центра питания. Прекращается электроснабжение всех потребителей, присоединенных к данной сети. Для осмотра сети, обнаружения места повреждения и его устранения на место направляется оперативный персонал. Время восстановления электроснабжения потребителей может занять часы. Рассмотрим последовательность работы и скорость восстановления электроснабжения при наличии в сети автоматических линейных коммутационных аппаратов.

2. Короткое замыкание в точке КЗ 1.

Скорость срабатывания реклоузера **Р1** выше, чем у выключателя **В**, что обеспечивает селективность работы защит без изменения уставок РЗА. Отключается участок сети, расположенный за реклоузером **Р1**,

остальные потребители остаются под напряжением. Реклоузер обладает функцией автоматического повторного включения (АПВ), благодаря этому происходит подключение отключенного участка сети. Если короткое замыкание было кратковременным и самоустранилось, участок сети остается под напряжением, а потребители при срабатывании АПВ могут даже не заметить перерыва в электроснабжении. В случае если на контролируемом реклоузером **Р1** участке сети появилось устойчивое короткое замыкание, происходит повторное отключение сети и локализация поврежденного участка. Дальнейшее устранение аварийного режима требует участия оперативного персонала, занимает несколько часов, но при этом остаются отключенными потребители, находящиеся только за реклоузером **Р1**. Остальные потребители данного фидера остаются под напряжением.

Особенностью реклоузера является то, что он может повторять режим АПВ до нескольких раз с изменением продолжительности бестоковой паузы. Это свойство позволяет автоматизировать поиск и локализацию поврежденного участка сети протяженных или разветвленных фидеров.

3. Короткое замыкание в точке КЗ 2.

Протяженный фидер может быть разделен на отдельные участки реклоузерами. Например, вместо автоматического разъединителя **АР1** может быть установлен реклоузер. Тогда при возникновении короткого замыкания в точке **КЗ 2** совместная работа реклоузеров приведет к тому, что будет отключен и локализован участок сети за вторым реклоузером. По такому алгоритму работает сеть с применением только реклоузеров. На сегодняшний день появилось более эффективное и дешевое решение для отключения и локализации отдаленных участков сети.

Рассмотрим вариант установки вместо реклоузера автоматического разъединителя. При этом значение тока уставки автоматического разъединителя должно быть выбрано на 20 % ниже минимального тока отключения реклоузера.

Алгоритм работы коммутационных аппаратов при возникновении короткого замыкания в точке **КЗ 2** имеет следующую последовательность:

1. Реклоузер срабатывает в режиме АПВ.

2. Если короткое замыкание в точке КЗ 2 является кратковременным, то режим работы сети восстанавливается без перерыва в электроснабжении потребителей. Счетчик автоматического разъединителя **АР1** учитывает прохождение через него тока короткого замыкания и подготавливает оборудование к работе при повторном КЗ, но при отсутствии повторного прохождения токов короткого замыкания в заданный интервал времени удаляет команду на готовность к работе.
3. Если короткое замыкание в точке **КЗ 2** является устойчивым, то реклоузер **Р1** после срабатывания АПВ повторно отключает участок сети за собой. Автоматический разъединитель **АР1**, повторно пропустив через себя ток короткого замыкания, переводит счет на 1. Если автоматический разъединитель **АР1** настроен на срабатывание на счет 1, то при повторном отключении реклоузера и возникновении бестоковой паузы он размыкает сеть, отключая и локализуя ее участок за собой. После этого реклоузер **Р1** замыкает свои контакты, подавая напряжение потребителям, подключенным к сети, до точки установки автоматического разъединителя **АР1**. Осциллограмма работы оборудования приведена на рисунке 36.

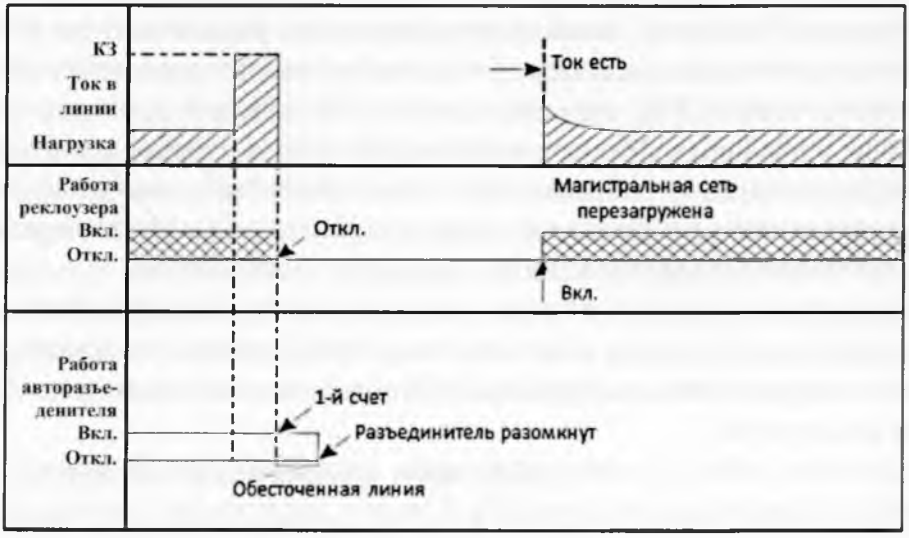


Рис. 36. Автоматический разъединитель изолирует участок линии с коротким замыканием после 1-го счета

Варианты установки двух реклоузеров или реклоузера и автоматического разъединителя функционально ничем не отличаются, дают одинаковый результат по улучшению показателей SAIDI и SAIFI, но стоимость автоматического разъединителя примерно в три раза ниже стоимости реклоузера. С экономической точки зрения, смешанное использование линейных коммутационных аппаратов значительно выгоднее. В данном примере суммарная стоимость необходимого оборудования снижается примерно на 30%.

Современные автоматические разъединители обладают возможностью счета до 4 прохождений токов короткого замыкания.

4. Короткое замыкание в точке КЗ 3.

В случае отсутствия в сети автоматического разъединителя **АР3**, автоматический разъединитель срабатывает по алгоритму, описанному выше. При установке автоматического разъединителя **АР3** алгоритм работы коммутационных аппаратов будет следующим:

1. Реклоузер срабатывает в режиме АПВ.
2. Если короткое замыкание в точке **КЗ 3** является кратковременным, то режим работы сети восстанавливается без перерыва в электроснабжении потребителей. Счетчики автоматических разъединителей **АР1** и **АР2** учитывают прохождение через них токов короткого замыкания и подготавливают оборудование к работе, но при отсутствии повторного прохождения токов короткого замыкания в заданный интервал времени удаляют команду на готовность к работе.
3. Если короткое замыкание в точке **КЗ 3** является устойчивым, то реклоузер **Р1** после срабатывания АПВ повторно отключает участок сети за собой. Автоматические разъединители **АР1** и **АР2**, повторно пропустив через себя ток короткого замыкания, переводят счет на 1. При этом автоматический разъединитель **АР2** должен быть настроен на срабатывание на счет 1, а автоматический разъединитель **АР1** настраивается на срабатывание при счете 2. При повторном отключении реклоузера и возникновении бестоковой паузы автоматический разъединитель **АР2** размыкает сеть, отключая и локализуя ее участок за собой. После этого ре-

клоузер Р1 замыкает свои контакты, подавая напряжение потребителям, подключенным до точки установки автоматического разъединителя АР2.

4. При таком наборе оборудования автоматический разъединитель **АР1** для отключения короткого замыкания в точке **КЗ 2** настраивается на счет 2. Осциллограмма работы оборудования приведена на рисунке 37.

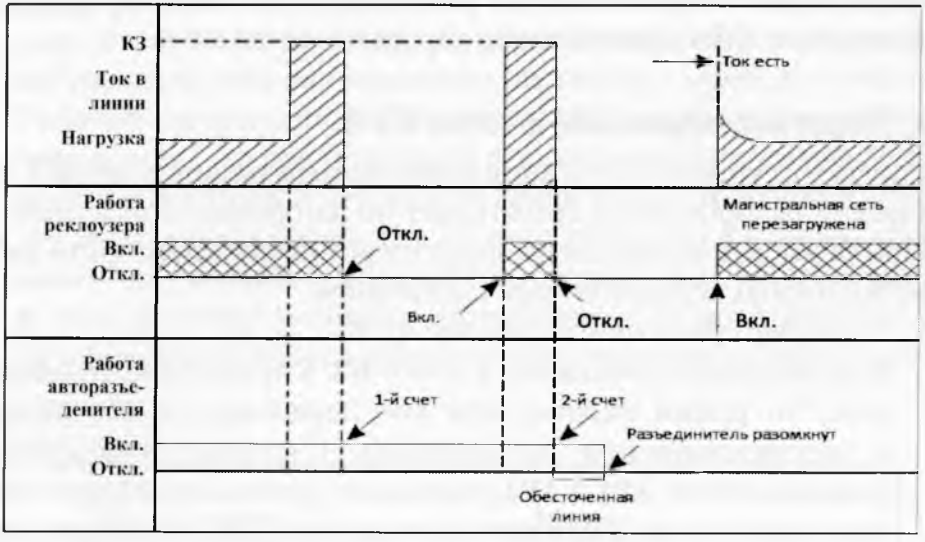


Рис. 37. Автоматический разъединитель изолирует участок линии с коротким замыканием после 2-го счета

Срабатывание коммутационных аппаратов при коротких замыканиях в точках **КЗ 1**, **КЗ 2** и **КЗ 3** происходит по описанным выше алгоритмам. Использование последовательно установленных одного реклоузера и двух автоматических разъединителей вместо трех реклоузеров сохраняет необходимую функциональность, но стоит примерно на 40 % дешевле.

Алгоритм отключения и локализации места короткого замыкания для последовательно установленных реклоузера и трех автоматических разъединителей работает аналогично приведенному выше для случая установки одного реклоузера и двух автоматических разъединителей. Осцил-

лограмма работы коммутационного оборудования в этом случае приведена на рисунке 38.

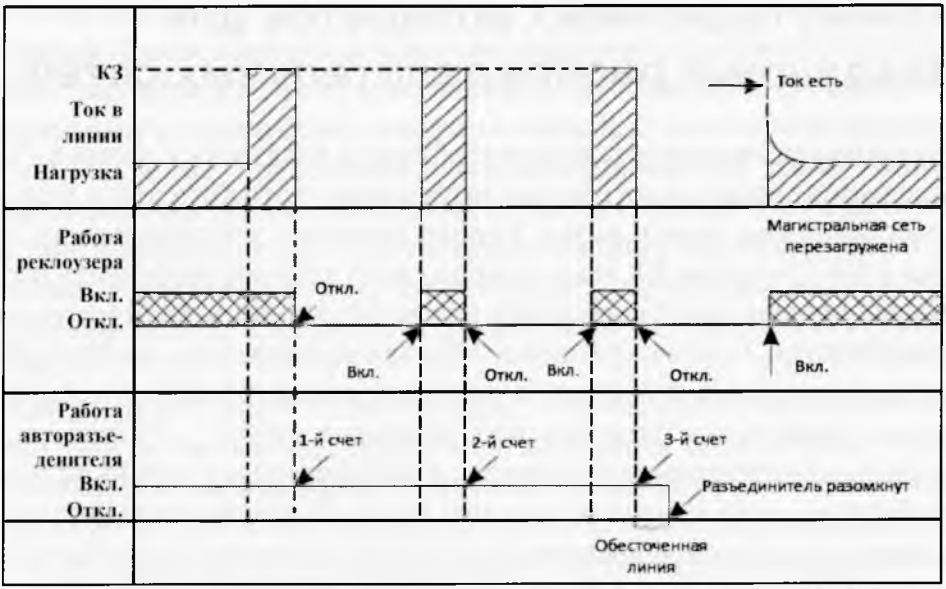


Рис. 38. Автоматический разъединитель изолирует участок линии с коротким замыканием после 3-го счета

Использование последовательно установленных одного реклоузера и трех автоматических разъединителей вместо четырех реклоузеров полностью сохраняет требуемую функциональность, но стоит примерно в 2 раза меньше. На практике последовательная установка больше трех автоматических разъединителей редко является целесообразной из-за увеличения количества АПВ и ускоренного расхода коммутационного ресурса реклоузера или выключателя.

Большим плюсом линейных интеллектуальных коммутационных аппаратов типа реклоузеров является то, что благодаря более высокому, чем у выключателей, быстродействию коммутационного модуля (~42÷47 mS) их применение не требует внесения изменений в релейную защиту и автоматику эксплуатируемой сети и позволяет интегрировать это оборудование в единую систему наблюдения, анализа состояния и управления электрическими сетями.

5.3. Оптимизация количества, вида и мест установки линейных коммутационных аппаратов для воздушных распределительных сетей

Большая протяженность и разветвленность воздушных линий 6–10 кВ определяется низкой плотностью размещения потребителей и большими расстояниями между ними. Бурное развитие электросетевого комплекса в 60–70-е годы XX века ставило своей задачей обеспечить все населенные пункты электроэнергией при недостаточном количестве узловых подстанций. Соответствующим образом развивалась и конфигурация электрических сетей, что привело к формированию большого количества длинных радиальных фидеров двух основных типов — разветвленных с большим количеством потребителей и протяженных с основной массой потребителей, подключенных в конце линии. Разветвленные фидеры характеризуются сложной древовидной схемой подключения большого количества ТП (более 50) и небольшой протяженностью отпаек. При этом общая длина фидера составляет десятки километров. Фидеры такого типа формируются при большой плотности потребителей и недостаточно развитой структуре центров питания (количество ПС, наличие свободных ячеек КРУ). Протяженные фидеры могут иметь длину более 50 км с относительно небольшим количеством подключенных ТП, в основном в конце линии. Такие линии характерны для малонаселенной местности, часто — со сложным ландшафтом (горы, болота, малые реки).

Имея защиту от коротких замыканий и выключатели в начале линии, эти сети представляют собой технические объекты с низкой надежностью и, как следствие, неудовлетворительными потребительскими и эксплуатационными характеристиками. Короткое замыкание в любом месте такой сети приводит к отключению всех потребителей. Поиск места короткого замыкания требует физического обхода сети по всей ее длине и может занять десятки часов, особенно в зимнее время.

Повышение надежности таких сетей, снижение частоты и времени отключения потребителей достигается за счет использования линейных коммутационных аппаратов, имеющих собственные встроенные управ-

ляющие микропроцессоры и / или подключенные к SCADA-системе. Это позволяет производить адресные отключения и локализацию поврежденных участков сети, резко снижает продолжительность поиска мест повреждения.

Вторым направлением повышения надежности работы сети является перевод радиальных линий в кольцевые, позволяющий производить их подключение к двум и более центрам питания. Решение этой задачи требует организации управляемой и автоматизированной коммутации для переключения на разные источники питания. Аналогичная задача решается при подключении к сети рассредоточенной малой генерации, что позволяет выделять «остров» потребителей, постоянно запитанных от этих источников, а в аварийном режиме переключающихся на питание от сети.

Разнообразие задач, стоящих перед линейными коммутационными аппаратами и системами управления электрическими сетями, требует обоснованного выбора места установки реклоузеров и автоматических разъединителей, решения оптимизационной задачи минимизации объемов отключения сети при минимальных затратах на приобретение и обслуживание необходимого оборудования.

Расчет оптимального места установки, выбора коммутационных аппаратов и их комбинации в воздушных линиях электропередачи среднего напряжения 6–35 кВ является ключевой задачей при создании цифровых сетей напряжением 6–10 кВ.

Исходными условиями для расчета принимается ряд данных, характеризующих параметры, физическое состояние, условия эксплуатации и режим потребления электрической сети:

- ✓ протяженность фидера и его отдельных участков;
- ✓ количество отпаек;
- ✓ установленная мощность ТП;
- ✓ коэффициент загрузки оборудования;
- ✓ величины потребления в зимний максимум и летний минимум;
- ✓ суточный график нагрузки;
- ✓ количество и категорийность потребителей;
- ✓ материал и марка провода каждого участка фидера;
- ✓ статистика отключений с привязкой мест и типа коротких замыканий;

- ✓ топология сети с привязкой к характеристикам местности;
- ✓ характеристики действующего оборудования;
- ✓ тип и параметры устанавливаемого оборудования;
- ✓ рыночные ценовые показатели используемого оборудования;
- ✓ виды и параметры оперативного обслуживания планируемого к установке оборудования, приведенная стоимость работ.

Для обсуждения подходов и интерпретации результатов расчета используем упрощенную модель. На рисунке 39 показана однолинейная электрическая схема, преобразованная в расчетный граф с 10 точками подключения потребителей и указанием их количества. Количество потребителей для упрощения примера примем равным потребляемой мощности. Возможные места установки линейных коммутационных аппаратов (КА) обозначены красными точками и пронумерованы.

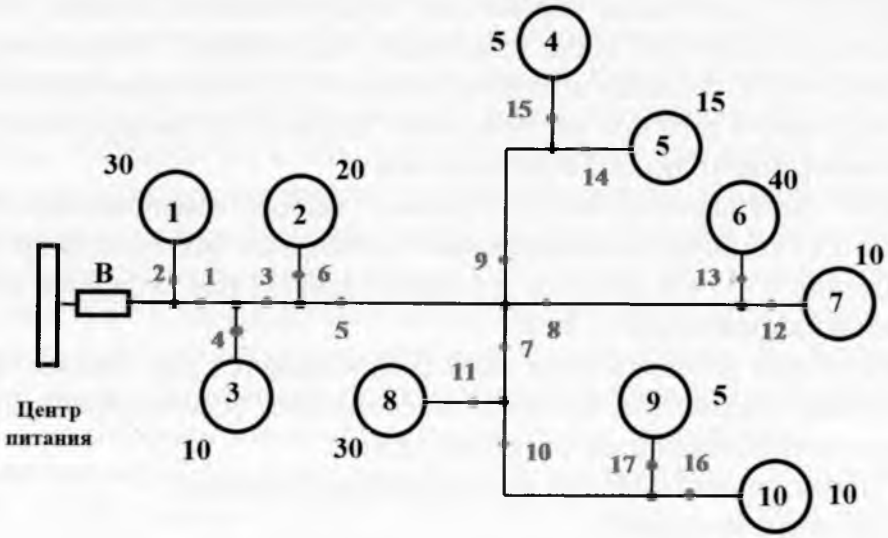


Рис. 39. Расчетный граф для задачи выбора оптимального места, количества и типа устанавливаемого коммутационного оборудования

Определение эффективности устанавливаемых КА в зависимости от их количества и типа определяется следующей формулой:

$$\text{Коэффициент эффективности} \frac{1 - \text{доля отключаемой мощности ТП}}{\text{Затраты (абсолютное значение)}}$$

Графическое отражение результатов расчета представлено на рисунке 40.

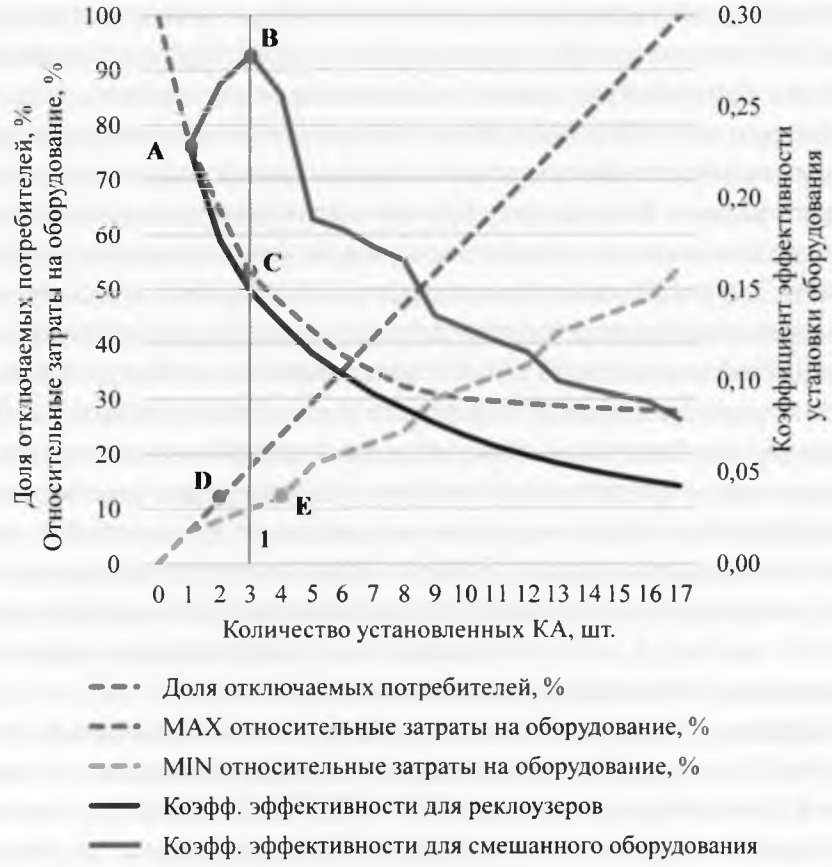


Рис. 40. Выходные данные расчета количества и места установки КА

Зависимость доли отключаемых потребителей от количества КА пояснений не требует. Чем больше количество установленных коммутационных аппаратов в сети, тем выше ее надежность, но экономическая эффективность затрат (коричневая линия) и динамика средневзвешенной доли отключаемых потребителей (синяя пунктирная линия) резко падают с установкой каждого последующего КА.

Установка первого реклоузера в точке 5 дает наибольший эффект по снижению доли отключаемых потребителей. Если без линейных КА

при возникновении в сети короткого замыкания отключаются все потребители выключателем **В**, установленным на шинах подстанции, то при установке реклоузера в точке 5 средневзвешенная доля отключаемых потребителей уменьшается до ~75 %. Установка двух реклоузеров в точках 7 и 9 снижает долю отключаемых потребителей до уровня ~60 % (см. синюю пунктирную линию). Дальнейшее увеличение количества устанавливаемых реклоузеров линейно повышает стоимость затрат при резком снижении динамики количества отключаемых потребителей.

Снизить затраты на установку КА при увеличении их количества можно за счет использования не только реклоузеров, но и автоматических разъединителей. Это увеличивает время восстановления электроснабжения на отключенном участке, но одновременно повышает надежность для всей системы и значительно снижает капитальные затраты на оборудование. Автоматический разъединитель по стоимости составляет примерно 35 % стоимости реклоузера, при этом они работают в одной системе и позволяют производить автоматическое отключение поврежденных участков сети.

Относительные затраты на установку реклоузеров в зависимости от их количества показаны красной линией, аналогичный показатель для смешанной установки реклоузеров и автоматических разъединителей показан желтой линией. Соответствующие им коэффициенты эффективности показаны коричневой и зеленой линиями.

Для варианта установки только реклоузеров оптимальным является их количество, равное 2, отличающееся по эффективности от варианта установки 1 реклоузера менее чем на ~15 %. При этом доля отключаемых потребителей снижается с ~75 до ~65 %. При использовании разных типов КА (как реклоузеров, так и автоматических разъединителей) коэффициент эффективности повышается и находится между количеством КА, равным 2 и 4. Доля отключаемых потребителей при этом снижается с ~65 до ~45 %. В случае установки 4 КА (1 реклоузер + 3 автоматических разъединителя) относительные затраты на оборудование примерно в 2 раза ниже, чем при установке 2 реклоузеров.

Таким образом, принятие решения по оптимальному количеству КА при установке в сети для обеспечения снижения показателей SAIDI и SAIFI лежит в промежутках 1–2 единиц для реклоузеров и 2–4 единиц для смешанной установки реклоузеров и автоматических разъединителей.

Идеальным вариантом установки коммутационных аппаратов, с точки зрения потребителей, является тот, когда КА стоят во всех красных точках сети. Такое количество КА гарантирует минимальное количество отключений у потребителей, но стоимость такого решения является неоправданно высокой. При этом в радиальных сетях добиться отключения только поврежденного участка сети невозможно. Поэтому для рассматриваемого варианта электрической сети минимальная среднестатистическая доля отключаемых потребителей составит 27,7 % (при наличии в сети только выключателя фидера **В** это значение равно 100 %). Данная величина для радиальной сети становится тем меньше, чем длиннее и разветвлённее фидер и чем больше ТП подключено к нему. Таким образом, для каждого участка сети необходимо рассчитать минимальное значение показателя SAIFI. Показатель SAIDI, характеризующий продолжительность перерыва электроснабжения потребителей, серьезно зависит от времени работы ремонтных бригад. При этом отсутствие отключения потребителей до точки установки сработавшего КА повышает величину и этого показателя. Коренным образом улучшить показатели SAIDI и SAIFI можно не только за счет установки линейных коммутационных аппаратов, но и переводом радиальных сетей в кольцующие.

На практике перед сетевой компанией всегда стоит задача нахождения оптимального решения, позволяющего получить наилучшее соотношение понесенных затрат и полученного результата. Для рассматриваемого примера сети (рис. 39) установка первого КА снижает среднестатистическую долю отключаемых потребителей сразу на 25 %, а установка КА более 5 единиц практически не меняет данный показатель.

Принятие окончательного решения в такой ситуации является уже управленческой задачей, исходя из анализа наличия и величины бюджета на реконструкцию сетей, характера потребителей, удобства оперативного обслуживания линий электропередачи, требуемого уровня обеспечения наблюдаемости и управляемости сети и т. д.

Выше был показан алгоритм расчета оптимального количества и мест установки коммутационных аппаратов, показаны основные подходы и технология принятия управленческого решения по количеству и местам установки линейных коммутационных аппаратов.

5.4. Наблюдаемость и управляемость распределительных сетей напряжением 6–10 кВ

Особенности построения, работы, наблюдаемости, управляемости электрических сетей крупных городов, в основной своей массе выполненных кабельными линиями, имеющих высокую плотность присоединения ТП и потребителей, описаны в предыдущей главе. Развитие цифровизации сетей в «сельской» местности, требования к ним, технологические и управленческие особенности накладывают отличные от кабельных сетей аппаратные, коммуникационные, информационные и управленческие требования.

Большая протяженность сетей и низкая плотность потребителей, создающие поток и объем информации и управляющих команд, многократно меньше, чем в крупных городах, не требует создания центров управления сетями большой пропускной способности. Это позволяет уменьшить количество локальных диспетчерских пунктов путем их объединения в территориальные центры и автоматизации работы сетей на местах. Как следствие, могут быть выделены как минимум два подхода к организации интеллектуальной сети — полностью автоматическая сеть и сеть, функционирующая с участием оператора. Полностью автоматическая система при наступлении аварии должна самостоятельно изолировать поврежденные участки и запитать неповрежденную часть сети. Как правило, такие системы децентрализованы — автоматические переключения осуществляются при взаимодействии контроллеров линейного коммутационного оборудования со SCADA-системой без участия диспетчеров, задачей которых становится контроль результатов переключений и управление ремонтными бригадами для ликвидации повреждений на изолированных участках. В случае же организации интеллектуальной сети, когда принятие решения не может быть передано автоматике и SCADA-системе, она вырабатывает рекомендации для диспетчера, а он принимает окончательное решение. При этом скорость переключений и восстановления сети становится ниже, но появляется дополнительное контролирующее звено при принятии решения о проведении переключений.

Однозначно охарактеризовать какой-либо из подходов как предпочтительный нельзя. Конечно, любой электросетевой компании хотелось бы роботизировать оперативно-технологическое управление как самый сложный и ответственный процесс в организации. Опыт применения автоматически функционирующих децентрализованных интеллектуальных сетей существует как в Российской Федерации (например, АО «Объединенная энергетическая компания» в г. Москве), так и за рубежом (например, голландская компания Stedin). В целом, автоматические децентрализованные алгоритмы на сегодняшний день жизнеспособны в изолированных участках сетей с относительно простой топологией. Использование централизованного варианта автоматизации под контролем оператора представляется наиболее приемлемым на данном этапе цифровизации сетей не только с точки зрения готовности программно-аппаратной базы, но прежде всего исходя из сложившегося менталитета диспетчерского и оперативного персонала. Изменение менталитета требует времени и усилий для его трансформации в сторону работы с цифровыми системами управления.

Заключение

Предложенное и подвергнутое анализу определение понятия «цифровизация» дало возможность комплексно и детально рассмотреть пути, методы, технологии и цели ее внедрения, развития и применения на практике. Анализ реализованного проекта цифровой трансформации бизнеса крупной энергетической компании позволил утверждать, что цифровизация представляет собой путь и цель объединения межфункционального опыта, устремлений бизнеса, изменений менталитета менеджмента, требований и условий внешней среды. Для реализации такой задачи необходимо комплексно использовать современные технологии управления, достижения современной инженерной инфраструктуры, методы обработки больших данных, достижения в области измерительных, аналитических и исполнительных устройств, отвечающих требованиям цифровизации.

Показанные приемы, методы и технологии, требования к их практическому применению позволяют утверждать, что они не зависят от отраслевых особенностей компаний и могут быть использованы для любых отраслей с учетом их производственной специфики. Важным аспектом цифровой трансформации являются такие инструменты, как сквозные адаптируемые бизнес-процессы, программная и аппаратная часть инфраструктуры, понимание специфики и важности инженерного сопровождения преобразований. Технологическое развитие уже сегодня позволяет трансформировать организацию деятельности крупных компаний в систему управления универсальным множеством объектов.

Книга должна и может помочь в правильной постановке задач и поиск эффективных путей решения в процессе цифровой трансформации бизнеса.

Литература

1. Эффективное использование инфраструктуры — будущее электросетевого комплекса. Доклад генерального директора АО «БЭСК» на круглом столе «Об экономической эффективности использования электросетевого комплекса: проблемы резервов сетевой мощности и развитие интеллектуальных сетей». Комитет Совета Федерации по экономической политике. Москва, 26 января 2017 года.
2. Годовые отчеты АО «Башкирская электросетевая компания» за 2013–2018 годы. www.bashes.ru.
3. Макаров Миша. Натюрморт. 2011.
4. ГОСТ 23004-78. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ПРИБОРОСТРОЕНИИ. Основные термины, определения и обозначения.
5. Макаров А. Ю. Цифровизация электрических сетей. Практический опыт. — Москва: Экономика, 2019. — 128 с. ISBN 978-5-282-03541-4.
6. Человек + машина. Новые принципы работы в эпоху искусственного интеллекта / Пол Доэрти, Джеймс Уилсон; пер. с англ. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 304 с. ISBN 978-5-00146-159-3.
7. Экономический рост в мире и России: Новая нормальность. Институт экономического роста им. П. А. Столыпина. Исследование. Февраль 2018. http: //stolypin.institute/wp-content/uploads/2018/02/issledovanie_novaya-normalnost-2018.02.22.
8. Промышленность России: итоги 2017 года. Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ). Пресс-релиз 24 января 2018 года, Москва. https://promvest.info/ru/obzoryi/promyishlennost-rossii-itogi-2017-goda/.

9. Сергей Гуриев. Лекция «Институты и экономический рост». Форум «Открытая экономика» (OEF-2019), Алматы (Казахстан). Видео доступно по ссылке: https://www.youtube.com/watch?v=IQkfM3gm6bY, опубликовано 19 ноября 2019 года.
10. Чернобровов Н. В. Релейная защита: учебное пособие для техникумов / Н. В.Чернобровов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1974. — 680 с.
11. Беркович М. А. Автоматика энергосистем / М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 240 с.
12. Макаров А. Ю. Открывая цифровизацию. Записки генерального директора / А. Ю. Макаров. — М.: Экономика, 2018. — 128 с.
13. Макаров А. Ю. Технологии эффективного управления. Записки генерального директора / А. Ю. Макаров, О. Ю. Антонова. — М.: Экономика, 2018. — 120 с.
14. Распоряжение ПАО «Россети» от 19.06.2018 № 106-р. Приложение 1. Элементы «Цифровой сети». Технические требования к компонентам цифровой сети.
15. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач / Генрих Альтшуллер. — 11-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 402 с.
16. Боровков А. И., Гамзикова А. А., Кукушкин К. В., Рябов Ю. А. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Краткий доклад (сентябрь 2019 года) / А. И. Боровков [и др.]. — СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. — 62 с.
17. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования. — М.: Высшая школа, 1984.
18. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 544 с. ISBN: 978-5-91657-554-5.
19. Tesla Autonomy Day. 22 апреля 2019 г. https://youtu.be/Ucp0TTmvqOE.
20. Доклад Мирового энергетического совета (World Energy Council) “Smart Grid: Best Practice Fundamentals for Modern Energy Systems”, 2012.

21. Воротницкий В. Э. Снижение потерь электроэнергии — стратегическая задача электросетевого комплекса России. https://ve-club/Media/Articles/ snijenie_poter.pdf.
22. Гительман Л. Д. Парадигма управленческого образования для технологического прорыва в экономике / Л. Д. Гительман, М. В. Кожевников // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 2. — С. 433–449.

Макаров А. Ю., Макаров А.А.

Цифровая экономика. Технологии меняют менеджмент

Практика внедрения и результаты

Ответственный за выпуск: В. Митин
Верстка и обложка: СОЛОН-Пресс

По вопросам приобретения обращаться:
ООО «СОЛОН-Пресс»
123001, г. Москва, а/я 82
Телефоны:(495) 617-39-64, (495) 617-39-65
E-mail: kniga@solon-press.ru,
www.solon-press.ru

ООО «СОЛОН-Пресс»
115487, г. Москва, пр-кт Андропова, дом 38, помещение № 8, комната № 2.
Формат 70×100/16. Объем 16 п. л. Тираж 1000 экз.