

Научная статья

УДК 658.012.4:621.31

<https://doi.org/10.35266/2949-3455-2024-4-4>



Дорожная карта для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования при принятии управленческих решений

Наталья Леонидовна Кетоева¹, Мария Андреевна Знаменская^{2✉}, Иван Олегович Борzych³

^{1, 2}Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

³ЗАО «Группа компаний С7», Москва, Россия

¹nhl76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8859-5293>

²Goldenrose.91@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-9574-1298>

³Ivan2Borzyh@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-7405-6731>

Аннотация. Целью исследования является формирование дорожной карты для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования при принятии управленческих решений в электроэнергетической компании. Предмет исследования – подход Data-Driven в системе управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования. Методологическую базу исследования составили материалы и методы: диалектический, научного познания и частные научные (анализ, синтез, сравнение, логический и системно-структурный анализ, формализация, анализ нормативно-правовых документов), моделирование. Результаты исследования помогут предприятиям электроэнергетической отрасли внедрять подход к управлению Data-Driven в систему управления обслуживанием и ремонтом электроэнергетического оборудования с использованием представленной дорожной карты. Дорожная карта поможет предприятиям снизить потерю финансовых и материальных ресурсов, вызванную простоем и поломками оборудования.

Ключевые слова: электроэнергетика, дорожная карта, Data-Driven, аналитика данных, Data-Driven в электроэнергетике, предприятия электроэнергетического комплекса

Для цитирования: Кетоева Н. Л., Знаменская М. А., Борzych И. О. Дорожная карта для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования при принятии управленческих решений // Вестник Сургутского государственного университета. 2024. Т. 12, № 4. С. 44–60. <https://doi.org/10.35266/2949-3455-2024-4-4>.

Original article

Road map for Data-Driven approach implementation in maintenance and wearing management system of electric power equipment in management decision making

Natalya L. Ketoeva¹, Mariya A. Znamenskaya^{2✉}, Ivan O. Borzykh³

^{1, 2}National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russia

³“S7 Group” CJSC, Moscow, Russia

¹nhl76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8859-5293>

²Goldenrose.91@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-9574-1298>

³Ivan2Borzyh@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-7405-6731>

Abstract. The aim of the study is to develop a road map for implementing the Data-Driven approach in the maintenance and wearing management system of electric power equipment. The subject of the study is the Data-Driven approach in the maintenance and wearing management system of electric power equipment

in management decisions making in an electric power company. The authors used the following materials and methods: dialectical, scientific knowledge and private scientific (analysis, synthesis, comparison, logical and system-structural analysis, formalization, analysis of regulatory documents), modeling. Enterprises in the electric power industry can use the study's results to implement the Data-Driven approach in their maintenance and repair management systems for electric power equipment using the provided road map. The road map will help enterprises reduce the loss of financial and material resources caused by equipment downtime and breakdowns.

Keywords: power engineering, road map, Data-Driven, data analytics, Data-Driven in power engineering, electric power complex enterprises

For citation: Ketoeva N. L., Znamenskaya M. A., Borzykh I. O. Road map for Data-Driven approach implementation in maintenance and wearing management system of electric power equipment in management decision making. *Surgut State University Journal*. 2024;12(4):44–60. <https://doi.org/10.35266/2949-3455-2024-4-4>.

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетическое оборудование является ключевой составляющей современных электроэнергетических систем. Это могут быть трансформаторы, генераторы, высоковольтные линии передачи и другие компоненты, от которых зависит надежность и эффективность энергетической инфраструктуры. Износ и отказы такого оборудования могут привести к снижению производительности, простоям в работе и даже авариям, что может иметь серьезные экономические и социальные последствия. В современном мире доступность и объем данных значительно увеличились благодаря развитию информационных технологий и сенсорной аппаратуры. В электроэнергетике собираются большие объемы данных о работе оборудования, его параметрах, условиях эксплуатации и других факторах. Это отражается в статьях Н. В. Быковой, М. С. Калининой «Тренды электроэнергетики в рамках индустрии 4.0» [1], В. А. Наумова, В. А. Матисон, Ю. Г. Федорова «Новые направления развития стандартизации в процессе цифровой трансформации электроэнергетики» [2], П. А. Ещенко, Д. Н. Матвеева, Ж. В. Матвеевой «Осуществление учета электроэнергии с использованием современных цифровых технологий» [3]. Однако для эффективного использования этих данных необходимы соответствующие аналитические инструменты и методы. Актуальность исследования заключается в том, что применение подхода к управлению Data-Driven может существенно повысить эффективность и надеж-

ность электроэнергетического оборудования, снизить операционные расходы, а также повысить инвестиционную привлекательность отечественных электроэнергетических предприятий. Эти факты подтверждает П. А. Бохан в своей статье «Интеллектуальный анализ данных» [4], а также С. В. Рубаков в статье «Современные методы анализа данных» [5]. Целью данной статьи является формирование дорожной карты для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования при принятии управленческих решений в электроэнергетической компании.

Задачи исследования:

- определить теоретические и практические проблемы в тематике применения подхода к управлению Data-Driven;
- разработать дорожную карту для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования при принятии управленческих решений.

Научная новизна исследования заключается в разработке дорожной карты в процессе обслуживания и износа оборудования электроэнергетических компаний, отличающаяся внедрением подхода Data-Driven, основанного на принятии решений с учетом результата анализа данных.

Перспективность внедрения подхода Data-Driven подтверждается исследованием компании BCG, проведенным в 2018 г. среди онлайн-компаний, которое показало, что внедрение принципа Data-Driven способно

увеличить количество онлайн-транзакций на 44 %, снизить цену на конверсию на 45 %, поднять доход компании на 20 % [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках статьи проводится обзор и анализ источников по данной теме, производится формирование методического инструментария, призванного внедрить подход по управлению износом и обслуживанием оборудования электроэнергетического комплекса.

Предметом исследования является дорожная карта для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования.

Объектом исследования выступают электроэнергетические компании.

Методологический аппарат составили методы исследования: диалектического научного познания и частные научные (анализ, синтез, сравнение, логический и системно-структурный анализ, формализация, анализ нормативно-правовых документов), моделирование.

При разработке дорожной карты для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования были изучены достоинства и недостатки данного подхода.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным консалтинговой компании Roland Berger [7], ведущие электроэнергетические компании по всему миру реализуют программы цифровой трансформации. Повсеместное применение больших данных и подхода к управлению Data-Driven способствует развитию решений предиктивной аналитики, которые сегодня высоко востребованы в энергетике. Прогнозная аналитика, а также другие техники, реализуемые в рамках подхода Data-Driven, позволяют предсказать выход оборудования из строя, объективно оценивать риски и принимать стратегически верные решения.

Если говорить о подходе Data-Driven как о «Едином источнике правды», то речь идет об информации, которая используется в кон-

кретной управленческой отчетности. Например, на предприятиях для синхронизации рабочих смен используют дашборды (слайды с графиками, реализуемые с помощью BI-инструментов). Это IT-системы, которые собирают, рассчитывают и визуализируют множество данных, достоверность которых подтверждена автоматизированными проверками качества

Среди основных достоинств подхода Data-Driven выделяют [6]:

- создание «Единого источника правды»;
- Data-Driven и аналитика данных – это крайне эффективный инструмент увеличения прибыли;
- усовершенствование принятия решений;
- оптимизация бизнес-процессов;
- прогнозирование трендов и изменений.

Data-Driven можно рассматривать как эффективный инструмент увеличения прибыли, так как этот подход позволяет, к примеру, спрогнозировать цены на продукты на сырьевых рынках или реализовать алгоритм оптимизации для сквозного производственного процесса, который подскажет, где сократить объем сырья, не теряя производительности, где расширить «бутылочные горлышки».

Усовершенствование принятия управленческих решений в рамках подхода Data-Driven реализуется за счет принятия решений на основе анализа данных, который является максимально объективной и достоверной информацией, в отличие от интуиции и субъективного опыта менеджера.

Также подход Data-Driven помогает выявлять узкие места в бизнес-процессах и оптимизировать их. Это приводит к улучшению эффективности, сокращению издержек и повышению общей производительности компании.

Анализ данных позволяет компаниям предсказывать будущие тренды и изменения в спросе. Это дает возможность заранее адаптироваться к рыночным условиям, предоставляя конкурентное преимущество.

Как и у любого подхода к управлению, подход Data-Driven не лишен проблем и недостатков, которые могут быть выявлены при его внедрении в систему управления организацией.

Проблемы, выявленные при внедрении подхода Data-Driven, можно разделить на теоретические и практические.

Среди теоретических проблем можно выделить следующие:

- этика и безопасность данных;
- качество данных;
- интеграция данных;
- обучение персонала;
- долгосрочное планирование;
- учет контекста;
- стандартизация и унификация метрик.

Этика и безопасность данных – ключевая проблема как современного информационного общества в целом, так и конкретно сферы анализа данных.

В современном мире бурно развиваются технологии обработки, хранения и передачи информации. Применение информационных технологий и подхода Data-Driven требует повышенного внимания к вопросам информационной безопасности данных.

Сегодня вся коммерческая информация, производственные данные, финансовая отчетность, клиентские базы, договоры и прочие данные хранятся в локальной информационно-компьютерной сети. Далеко не всегда и не все документы дублируются на бумажных носителях, ибо объем информации очень велик. В таких условиях информационная безопасность предусматривает систему мер, которые призваны обеспечить надежную защиту серверов и рабочих станций от сбоев и поломок, ведущих к уничтожению информации или ее частичной потере. Серьезный подход к данному вопросу означает, что информационная безопасность должна базироваться на профессиональном аудите всей IT-инфраструктуры фирмы, чтобы минимизировать возможность крупных утечек данных, таких как утечка данных информационной системы бронирования «Сирена-трэвел» в 2023 г., в результате которой в открытом доступе оказались данные о более чем 664 миллионах пассажирских авиаперелетов [8].

Качество данных (Data Quality) – один из ключевых компонентов работы с данными в рамках подхода Data-Driven [9]. Качество

данных – это мера того, насколько данные соответствуют требованиям, предъявляемым к их конкретному применению. Плохое качество данных может привести к неверным выводам, ошибкам в принятии решений и, в конечном итоге, к потере доверия к результатам аналитики, проводимой на основе этих данных. По вине низкокачественных данных в рамках подхода Data-Driven могут быть приняты неправильные решения, которые могут повлечь финансовые убытки организации.

Существует несколько аспектов, которые определяют качество данных [10]:

1. Точность – насколько данные точны и соответствуют реальному миру.

2. Полнота – отражает степень, в которой все необходимые данные присутствуют. Отсутствие ключевой информации может существенно исказить анализ.

3. Согласованность – данные считаются согласованными, если они логически взаимосвязаны и не противоречат друг другу. Например, возраст и дата рождения человека должны быть взаимосвязаны так, чтобы они логически согласовывались.

4. Достоверность – надежность первоисточника данных.

5. Временная актуальность – устаревшие данные могут быть неактуальными и не отражающими текущую ситуацию.

Следующая теоретическая проблема, которая может возникнуть при внедрении подхода Data-Driven – это проблема интеграции данных. Интеграция данных – это процесс объединения данных из различных источников в единый, целостный и полезный для анализа набор данных. Эффективная интеграция данных играет ключевую роль в поддержке подхода Data-Driven. При сборе данных из различных источников (например, от различных производственных объектов в рамках одного электроэнергетического предприятия) данные должны быть унифицированы: иметь один формат, одну структуру. Это необходимо для того, чтобы можно было объединять данные, собранные от различных источников, в одно целое, с целью дальнейшего анализа, построения отчетности и принятия

управленческих решений на основе анализа этих данных.

Обучение персонала также является одной из ключевых проблем [11], часто возникающих при внедрении подхода к управлению Data-Driven. Эта проблема часто связана с необходимостью адаптации сотрудников организации к новым требованиям, стандартам, методам выполнения привычной для них работы.

Среди наиболее распространенных аспектов проблемы обучения персонала отмечают [12]:

1. Культурные изменения – переход к подходу Data-Driven требует изменения корпоративной культуры, чтобы сотрудники стали более ориентированными на данные. Это может вызвать сопротивление, поскольку люди привыкли к традиционным методам принятия решений.

2. Недостаток образовательных ресурсов – не все организации могут предоставить достаточные ресурсы для обучения сотрудников в области аналитики и работы с данными. Это может быть связано с ограниченным бюджетом или отсутствием доступа к квалифицированным тренерам и консультантам.

3. Отсутствие поддержки руководства – при внедрении новой стратегии важна поддержка со стороны руководства. Если высший уровень руководства не проявляет интереса и активного участия в процессе обучения, сотрудники могут не видеть важности преобразований.

4. Отсутствие мотивации – сотрудники могут не видеть, как использование данных может принести пользу их конкретной работе. Это может снижать уровень мотивации для обучения и применения новых знаний.

Долгосрочное планирование – это теоретическая проблема, которая может возникнуть при внедрении подхода Data-Driven. Проблема долгосрочного планирования в контексте подхода Data-Driven может включать ряд аспектов, связанных с неопределенностью, быстро меняющейся технологической средой и необходимостью адаптации к новым требованиям. Быстро меняющиеся технологии

усложняют долгосрочное планирование информационно-технического развития организации. Это вызвано тем, что в наше время технологии меняются крайне быстро: то, что было актуально вчера, завтра может стать устаревшим решением. Организации могут затрудняться в точном определении того, какие данные будут необходимы для достижения стратегических целей в будущем. Это создает сложности в разработке планов по сбору, хранению и анализу данных [13].

Другая теоретическая проблема внедрения подхода Data-Driven – учет контекста. Данная проблема связана с тем, что данные и их анализ могут быть неадекватными, если не учитывать важные факторы и условия, которые окружают конкретную ситуацию. Например, для данных всегда важен контекст. Без адекватной контекстуализации данных аналитика может давать искаженные или неполные результаты, на основе которых будут приняты неверные аналитические решения. В качестве примера [14] можно привести пандемию COVID-19 (рис. 1). Из-за режима самоизоляции потребление электроэнергии в жилых районах в дневное время в будние дни было на более высоком уровне, чем потребление в аналогичные временные интервалы годом ранее. Не зная контекста эпидемиологической ситуации в мире, можно было бы предположить, что рост потребления вызван другими, более органическими причинами. По этой причине при построении прогноза потребления электроэнергии на будущий год нужно учитывать, что после прекращения пандемии потребление в дневные часы сократится до обычного уровня. Именно поэтому в анализе данных очень важен контекст.

Стандартизация метрик также является важным теоретическим аспектом применения подхода Data-Driven. Стандартизация и унификация метрик в контексте подхода Data-Driven – это процесс создания единых стандартов и подходов к измерению и анализу данных в организации. Стандартизация метрик включает в себя установление общих определений, единиц измерения, источников данных и методологий, чтобы обеспечить

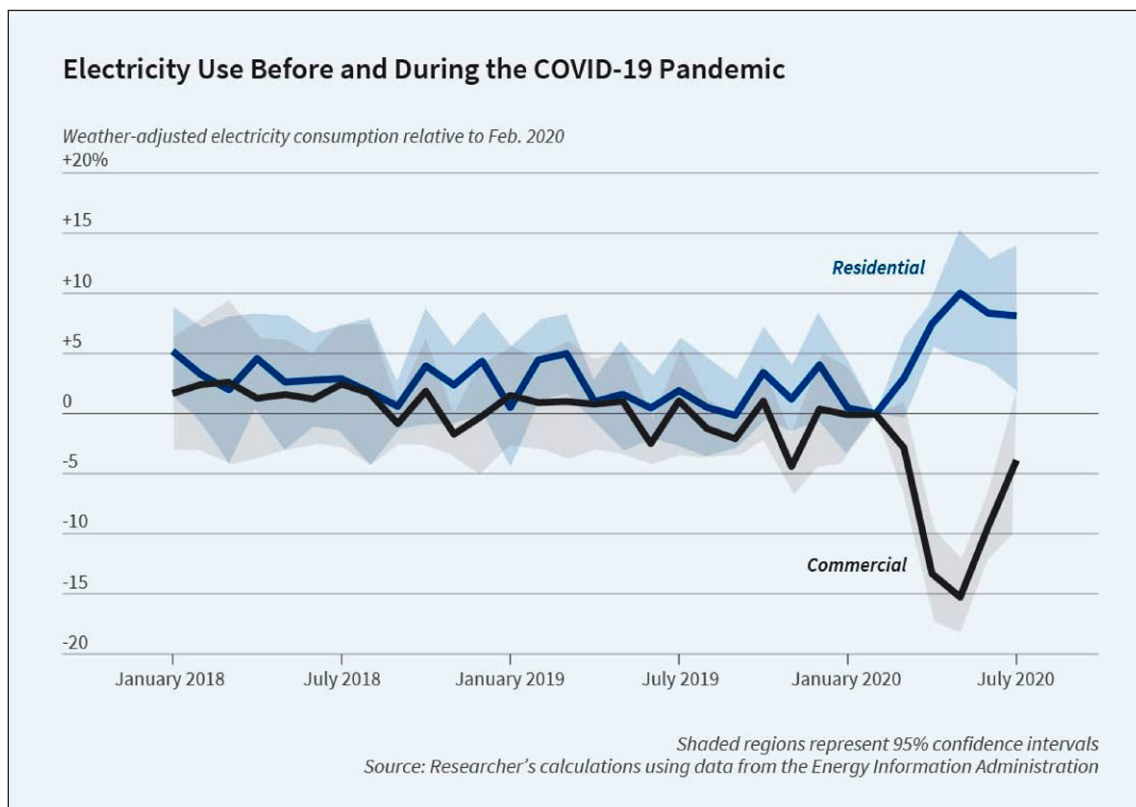


Рис. 1. Статистика потребления электроэнергии в период пандемии COVID-19

Примечание: составлено по источнику [14].

единообразие и согласованность при измерении ключевых показателей производительности, эффективности и других важных аспектов бизнеса.

Стандартизация и унификация метрик являются важным шагом для того, чтобы обеспечить возможность, что данные, используемые для принятия решений, являются точными, сопоставимыми и актуальными. Это помогает предотвратить недопонимание, обеспечивает единый источник достоверности данных, и способствует улучшению качества аналитики. Процесс стандартизации и унификации метрик может включать в себя определение ключевых показателей производительности (KPI), разработку общих методологий измерения, выбор стандартов отрасли, создание единого источника данных, а также обучение сотрудников и обмен знаниями по использованию метрик в рамках организации.

Рассмотрим практические проблемы и аспекты внедрения подхода Data-Driven в электроэнергетической организации.

Можно выделить следующие практические проблемы [15]:

- нехватка ресурсов и сложность технологической инфраструктуры;
- сложности в анализе данных;
- управление жизненным циклом данных;
- сложность поиска кадров.

Нехватка ресурсов является распространенной проблемой, с которой могут столкнуться организации при реализации подхода к управлению Data-Driven. Эта проблема может проявляться в любых аспектах и оказывать значительное влияние на различные этапы процесса. Внедрение современных технологий, обработка больших объемов данных и обучение персонала требуют значительных финансовых затрат. Нехватка бюджета может ограничивать доступ к передовым инструментам аналитики, технической инфраструктуры сбора данных, обучению персонала и поддержке инфраструктуры. Внедрение стратегии Data-Driven – это долгосрочный процесс, и отсутствие достаточного времени

для создания необходимой технической инфраструктуры может затруднить успешную адаптацию и внедрение подхода Data-Driven. Сжатые сроки [16] могут привести к тому, что организация не сможет полностью использовать потенциал анализа данных (рис. 2).

Одним из практических проблемных аспектов внедрения подхода Data-Driven является сложность в анализе данных. Анализ данных – это трудоемкий и сложный процесс, требующий высокого уровня профессиональной компетенции, большого количества накопленного опыта, глубокого знания бизнес-процессов организации и предметной отрасли. Эти составляющие очень важны для того, чтобы правильно производить анализ данных, а также корректно интерпретировать его результаты. Одним из частных случаев, в которых важно понимание предметной отрасли и того «смысла», что стоит за данными, можно считать проблему интерпретации

корреляции. Корреляция – это статистический показатель, который показывает меру изменчивости одной переменной от другой. Однако наличие высокой корреляции между двумя сущностями не всегда означает, что один субъект оказывает реальное влияние на другой. В качестве примера (рис. 3) рассмотрим корреляцию между величиной потребления курятины в США и объемом импорта сырой нефти [17]. Показатель корреляции для обеих величин близится к 100 %, однако можно с уверенностью сказать, что нет взаимосвязи между этими явлениями. Второй подобный пример – это почти стопроцентная корреляция между размером обуви и уровнем знания математики среди школьников. Наличие корреляции между этими показателями не говорит об их непосредственной взаимосвязи, так как оба показателя связаны с возрастом ученика – с возрастом увеличиваются и знания математики, и размер обуви.

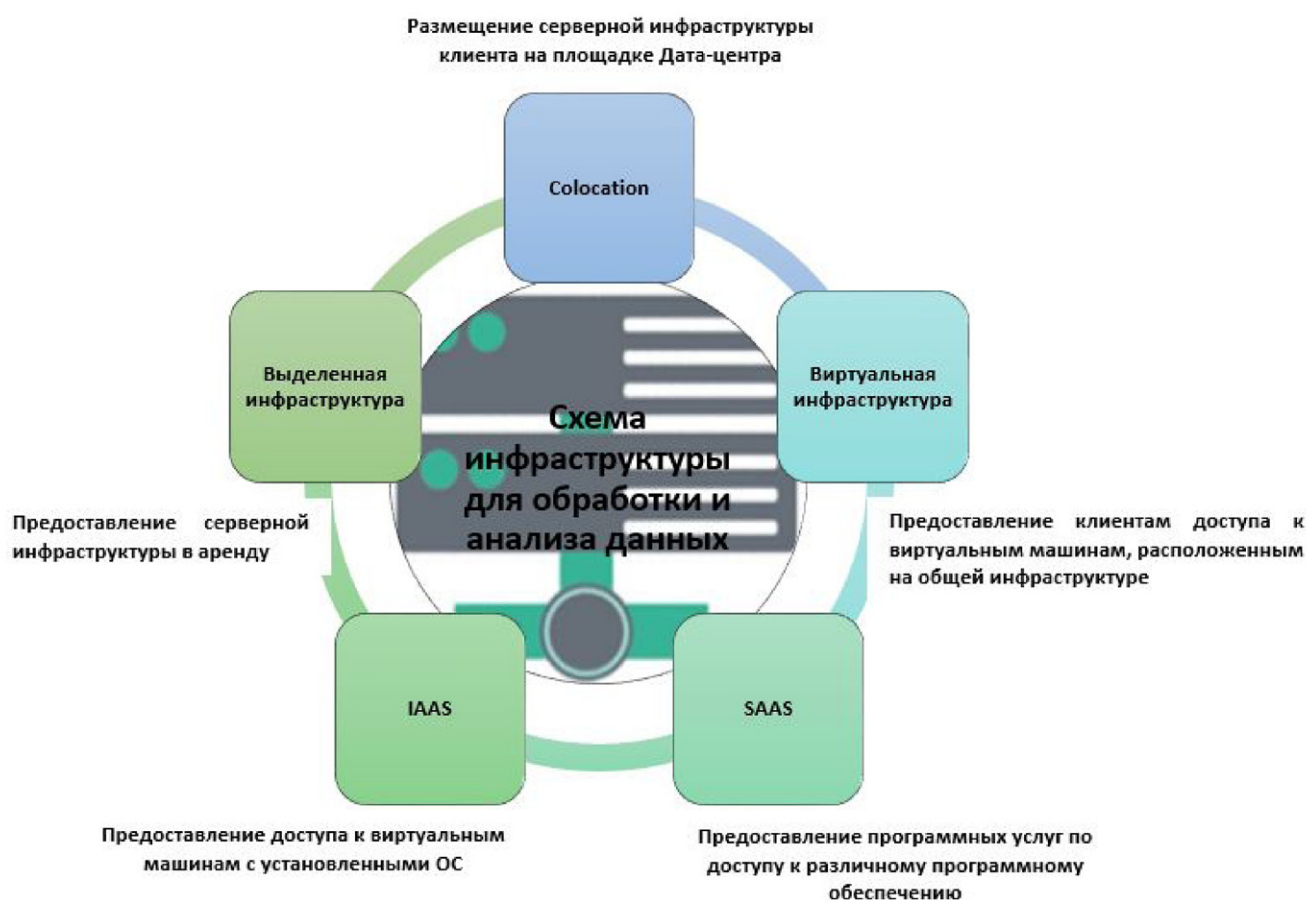


Рис. 2. Схема инфраструктуры для обработки и анализа данных

Примечание: составлено по источнику [16].

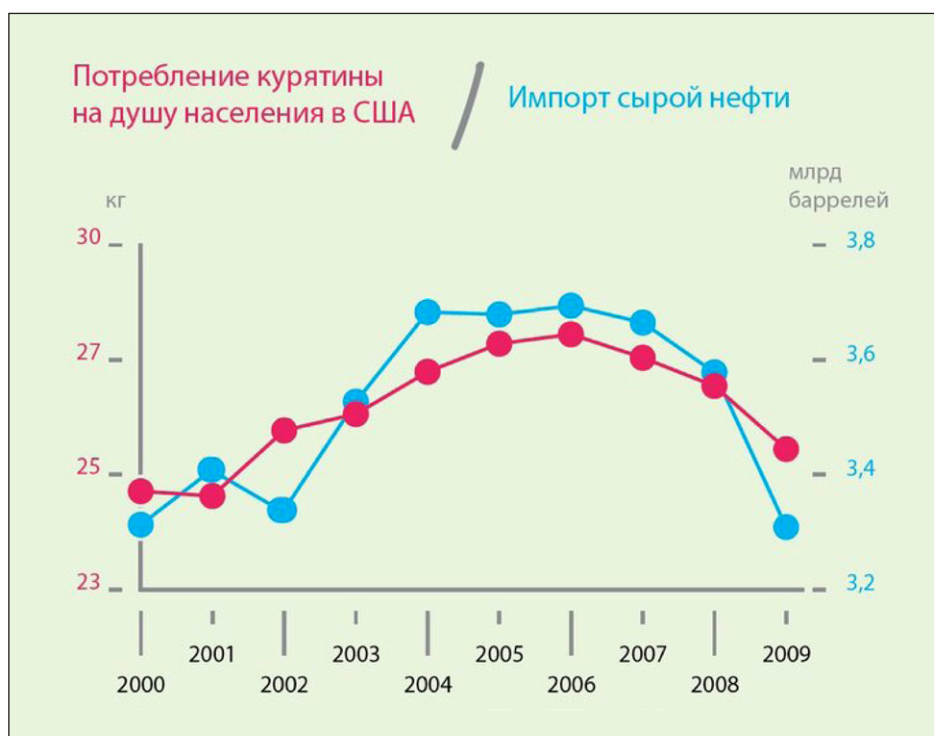


Рис. 3. Корреляция как пример сложности анализа данных
Примечание: составлено по источнику [17].

Чтобы не допускать подобных ошибок в анализе данных при работе с обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования, требуется глубокое понимание работы оборудования, производственных показателей, данные по которым будут собирать, а также бизнес-процессов на том или ином предприятии.

В качестве другой значимой практической проблемы внедрения подхода Data-Driven рассматривается проблема управления жизненным циклом данных. Управление жизненным циклом данных (Data Lifecycle Management – DLM) представляет собой совокупность стратегий и процессов, направленных на эффективное управление данными от их создания и сбора до удаления. В контексте стратегии Data-Driven DLM является ключевым элементом обеспечения качественного и продуктивного использования данных. Однако реализация этого подхода в организации может встретиться с рядом практических проблем.

Одной из основных проблем является сложность определения и внедрения четких этапов жизненного цикла данных. Организации, особенно с разнообразными источниками данных,

могут столкнуться с трудностями в унификации процессов и стандартов, что делает сложным управление данными на всех этапах их жизненного цикла.

Дополнительной проблемой может быть ограниченная автоматизация процессов DLM. Отсутствие эффективных инструментов и систем для автоматизации процессов сбора, хранения, анализа и удаления данных может привести к ручным трудозатратам, задержкам и возможным ошибкам.

Неопределенность в разработке и применении политик хранения и удаления данных также является значительным вызовом. Организации сталкиваются с регуляторными ограничениями и сложностью определения оптимальных сроков хранения, что создает неопределенность в планах управления данными. Интеграция систем управления жизненным циклом данных с существующими информационными системами может быть сложной задачей. Недостаточная совместимость и слабая интеграция могут замедлить процессы и вызвать дополнительные трудности в управлении данными.

Все эти аспекты могут привести к тому, что организация испытывает сложности в создании эффективной и согласованной стратегии управления жизненным циклом данных. При этом важно уделить внимание не только технологическим аспектам, но и разработке четких бизнес-процессов, внедрению стандартов и обучению персонала, чтобы создать эффективную и устойчивую систему управления данными.

Внедрение подхода Data-Driven в организацию представляет собой сложный и многогранный процесс, объединяющий теоретические и практические аспекты. С теоретической стороны это включает в себя разработку стратегии, определение ключевых метрик и показателей, а также формирование культуры, ориентированной на данные. На практике реализация подхода Data-Driven сталкивается

с рядом вызовов, таких как обеспечение качества данных, нехватка ресурсов, изменение организационной культуры и обучение персонала. Эффективное внедрение требует комплексного и сбалансированного подхода, учитывающего как теоретические основы, так и реальные проблемы, с которыми сталкивается организация в процессе принятия данных в качестве стратегического актива.

На основе рассмотренных достоинств и проблем, связанных с общим опытом внедрения подхода Data-Driven (независимо от сферы деятельности), можно составить таблицу, которая отражает ключевые достоинства и недостатки данного подхода, которые были бы особо актуальны для системы обслуживания и ремонта электроэнергетического оборудования (таблица).

Таблица

Достоинства и недостатки внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и ремонтом электроэнергетического оборудования

Достоинство/недостаток	Описание
<i>Достоинства</i>	
Создание «Единого источника правды»	Единый источник правды позволяет получить полное и достоверное представление о производственных показателях, о состоянии оборудования и о производственных бизнес-процессах
Data-Driven как инструмент увеличения прибыли	Аналитика, будучи достоверной, точной и оперативной информацией, позволяет найти точки, в которых можно сократить издержки и увеличить выручку – то есть увеличить прибыль организации
Усовершенствование системы принятия решений	Наличие источника правдивой информации позволяет принимать более корректные решения об обслуживании и ремонте оборудования, основанные на объективных фактах, а не субъективном опыте
Усовершенствование бизнес-процессов	Аналитика данных позволяет усовершенствовать бизнес-процессы, связанные с обслуживанием и ремонтом электроэнергетического оборудования. Позволяет выделить «узкие места» и нивелировать их
<i>Недостатки</i>	
Отсутствие поддержки руководства	Так как электроэнергетика – это достаточно консервативная отрасль, внедрение такой инновации, как подход Data-Driven, может встретить сопротивление со стороны руководителей и специалистов компании, которые занимают свои должности более 10 или 15 лет. Они привыкли к устоявшимся техникам и правилам и не могут не проявить должной гибкости
Культурные изменения	Внедрение подхода Data-Driven тесно связано с изменением корпоративной культуры. Для эффективного использования Data-Driven требуется создать аналитическую культуру в организации
Техническая реализация аналитической инфраструктуры	Так как электроэнергетические предприятия не имеют прямой связи с IT-сферой, их действующая IT-инфраструктура может потребовать серьезной технической модернизации ради внедрения системы обработки и анализа данных

Окончание таблицы

Сбор и анализ данных может потребовать значительных ресурсов	Электроэнергетика – это одна из самых обширных отраслей страны, поэтому предприятия создают огромные объемы данных, которые необходимо корректно структурировать, что влечет, в свою очередь, за собой затраты не только финансовые, но и материальные, временные и другие виды ресурсов
Риски работы с большими данными	В связи с возрастающей конкуренцией ценность данных в электроэнергетических предприятиях возрастает. Поэтому могут возникать риски сбора ненадежных и нереальных данных, риски утечки информации и ее потери, риски кражи и др.

Примечание: составлено авторами.

Из достоинств и недостатков внедрения подхода Data-Driven, приведенных в таблице, можно сделать вывод, что достоинства могут оказать значительный положительный эффект на деятельность компании, а недостатки могут быть решены при помощи подходящих мероприятий и действий.

Во всем мире электроэнергетическая отрасль является одной из важнейших составляющих инновационной экономики страны, от ее функционирования зависит развитие и устойчивая деятельность предприятий, качество жизни населения и безопасность государства в целом. С точки зрения применения цифровых технологий следует отметить, что и зарубежные, и отечественные энергокомпании находятся в самом начале пути к цифровой трансформации, и для них открывается широкий спектр возможностей для внедрения различных технологий [18].

Электросетевой комплекс России обеспечивает транспортирование и распределение электроэнергии всем юридическим и физическим лицам и является самым крупным в мире.

В нем насчитывается более 10 700 линий электропередач напряжения 110–1150 кВ, функционирует семь энергообъединений и энергосистем, расположенных на территории 79 субъектов России.

Современные предприятия российского электроэнергетического комплекса представляют собой очень сложную, комплексную систему, в которой происходит взаимодействие множества разных элементов с целью удовлетворения постоянно растущих требований рынка, потребителей и индустрии в целом. По мере роста и развития современных технологий, роста спроса на электроэнергию и по мере усложне-

ния электроэнергетических систем действующие системы управления износом и обслуживанием электроэнергетического оборудования могут терять свою актуальность.

На рис. 4 представлена дорожная карта разработки системы управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования организации, отличающийся внедрением подхода Data-Driven, основанного на принятии решений с учетом результата анализа данных. Тип дорожной карты – внутренний, стратегический. Чаше всего в электроэнергетике используются дорожные карты для энергетических технологий, примером могут выступать дорожные карты международного сотрудничества в области технологий, а также проекта обновления или разработки технологий.

В рамках внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования организации предполагается итерационная модель внедрения.

Дорожная карта включает в себя следующие этапы:

1. Экспертная оценка и консенсус, а также сбор и анализ данных.
2. Планирование и подготовка: создание проектной группы, определение масштаба, границ и подхода к реализации. Также данный этап включает в себя сбор данных по цифровизации электроэнергетики, определение приоритетных направлений развития, где выбор осуществляется в сторону подхода Data-Driven.
3. Создание общей концепции: проведение стратегических сессий по созданию концепции на всех уровнях управления и анализ

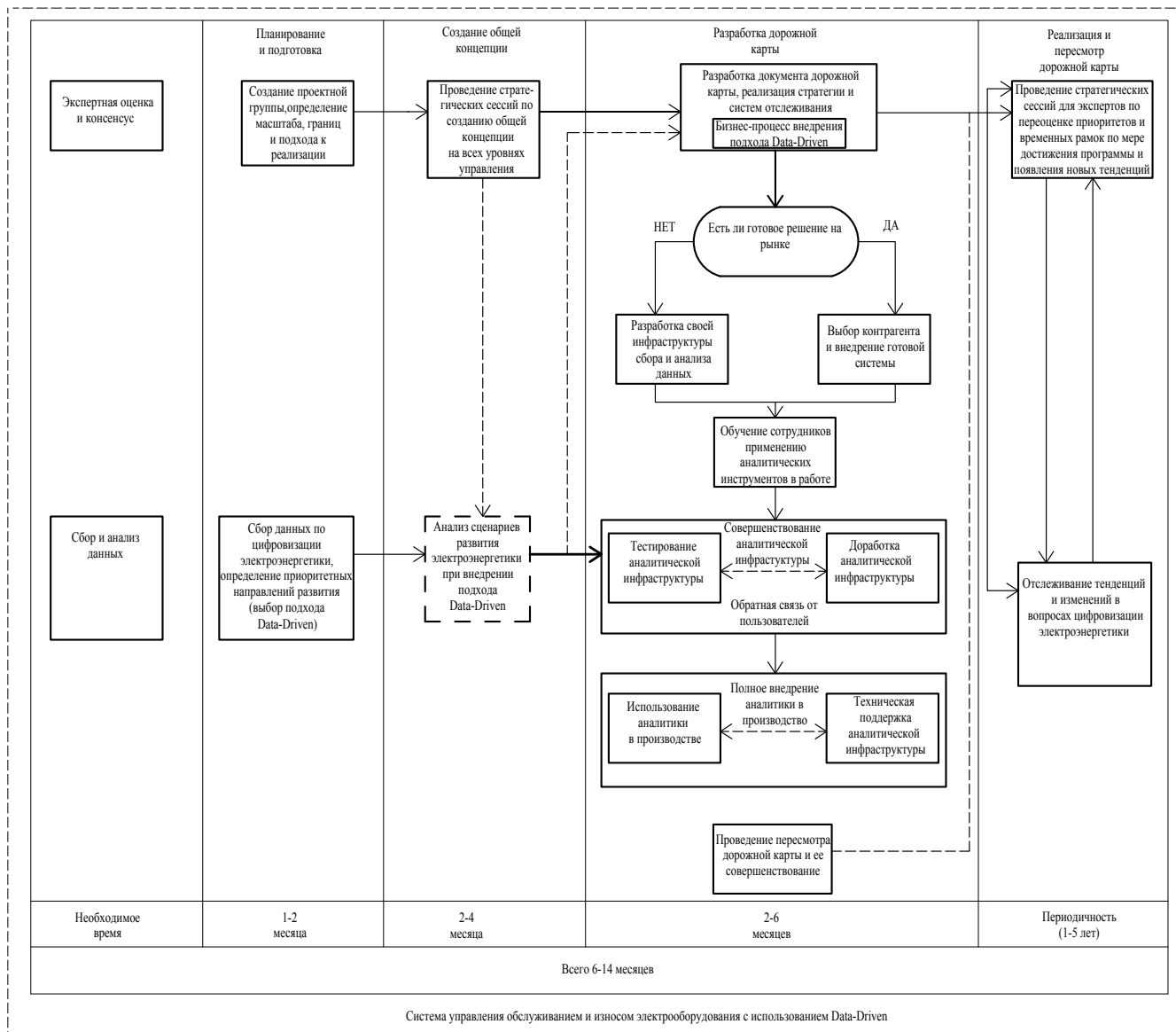


Рис. 4. Схема дорожной карты для внедрения подхода Data-Driven в систему

Примечание: составлено авторами.

сценариев развития электроэнергетики при внедрении подхода Data-Driven.

4. Разработка дорожной карты, где осуществляется разработка документа дорожной карты, реализация стратегии и систем отслеживания. Особенностью этого этапа является осуществление бизнес-процесса внедрения подхода Data-Driven. Кроме этого, этап предусматривает вопрос пересмотра дорожной карты и ее совершенствование.

5. Реализация и пересмотр дорожной карты: проведение стратегических сессий для экспертов по переоценке приоритетов и времен-

ных рамок по мере достижения программы и появления новых тенденций и отслеживание тенденций и изменений в вопросах цифровизации электроэнергетики.

Сам бизнес-процесс для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и износом электроэнергетического оборудования представляет собой несколько этапов (шагов):

1. Разработка, планирование и оценка технических аспектов внедрения аналитической инфраструктуры (где будет получен ответ на вопрос «Есть ли готовое решение?»).

2. Создание технической системы и инфраструктуры для сбора и анализа данных.

3. Обучение сотрудников применению аналитических инструментов в работе.

4. Тестирование аналитической инфраструктуры и инструментов в работе.

5. Доработка аналитических инструментов на основе тестирования.

6. Полное внедрение аналитики данных и Data-Driven в систему обслуживания и ремонта оборудования.

Первый шаг бизнес-процесса – планирование и оценка технических аспектов. Специалисты из компании ПАО «Сибур» [19] дают следующий совет, основанный на опыте их компании, полученном при внедрении подхода Data-Driven: «Найдите сторонников внутри компании». В рамках интервью сотрудники дадут свои пожелания и выскажут свои потребности: за какими данными они хотели бы следить, каким образом и в каких задачах они бы хотели применять анализ данных. На основе результатов исследования будет сформировано техническое задание на реализацию и разработку аналитической инфраструктуры: будут проведены планирование и оценка технических аспектов.

Планирование технических аспектов аналитической инфраструктуры заключается в формировании перечня требований, которым должна удовлетворять будущая система инструментов сбора, обработки и анализа данных. Главная задача на этом этапе – дать ответ на следующие вопросы [20]:

1. Какие объекты на производстве будут объектами сбора данных?

2. Какие программные и информационные продукты должны использоваться в аналитической инфраструктуре?

3. Данные по каким показателям и производственным метрикам будут подвергаться анализу?

4. Какими аналитическими инструментами будет пользоваться конечный пользователь: сотрудники, принимающие управленческие решения об обслуживании и ремонте электроэнергетического оборудования?

5. В чем цель конечных пользователей и потребителей? Каких результатов они хотят

достичь при помощи инструментов для анализа данных?

Планирование технических аспектов аналитической инфраструктуры заключается в выборе будущих IT-продуктов для обработки и анализа данных, которые будут использоваться в результате выполнения дорожной карты для внедрения подхода Data-Driven. На этом этапе важно выбрать следующие категории цифровых продуктов [11]:

– система управления базой данных (СУБД);

– инструменты для управления и настройки потоков данных (ETL) от первоисточников (первоисточником является оборудование) в базу данных;

– BI-инструмент для визуализации данных.

Система управления базами данных (СУБД) – это комплекс программно-языковых средств, позволяющих создать базы данных и управлять данными. Иными словами, СУБД – это набор программ, позволяющий организовывать, контролировать и администрировать базы данных. На этапе выбора СУБД требуется ответить на вопросы: есть ли в организации действующая СУБД? Если есть – хватит ли ее ресурсов и функционала для внедрения аналитической инфраструктуры в соответствии с запросами пользователей? Если СУБД отсутствует – какой продукт лучше выбрать, чтобы он полностью покрывал потребности внедрения подхода Data-Driven? Среди самых распространенных СУБД: Oracle, PostgreSQL, Microsoft SQL Server.

Далее требуется выбрать необходимые инструменты для управления потоками данных (ETL-инструменты). Бизнесы, основанные на данных, должны создать среду, где информация о клиентах обрабатывается и передается без потери качества. Инструменты ETL используют, когда нужно быстро перенести много разнородных данных. Такие решения автоматизируют процесс и экономят ресурсы. Выбор ETL-инструмента также зависит от потребностей пользователей.

BI-инструменты (Business Intelligence-инструменты) – набор инструментов и программ для бизнеса, которые собирают данные

из разных источников, обрабатывают их и представляют в наглядном виде (в виде таблиц, диаграмм, графиков и т. д.) [21]. Это помогает увидеть проблемы и тенденции в бизнесе, увидеть динамику изменения производственных показателей. Такие находки становятся основой для принятия корректных бизнес-решений на основе данных. Самые распространенные BI-инструменты: Microsoft Power BI, Tableau, Apache Superset, Yandex Datalens [22] (рис. 5).

После этапа планирования и оценки аналитической инфраструктуры, которая будет внедряться в рамках подхода Data-Driven, следует второй этап – разработка инфраструктуры [23]. В рамках этапа требуется решить: есть ли в электроэнергетической компании кадровые и технические ресурсы в достаточном объеме для создания инфраструктуры силами компании? Если ресурсов недостаточно, должно быть принято решение о привлечении контрагента – компании, которая способна реализовать Data-Driven

инфраструктуру, а также поддерживать ее в дальнейшем. Компании, которые могут выступать контрагентами [20]:

- КРОК (ЗАО «КРОК инкорпорейтед»);
- Glowbyte (ООО «Глоубайт»);
- Т1 (ООО «Холдинг Т1»).

Вышеперечисленные компании – это российские компании, связанные с рынком IT, которые занимаются предоставлением услуг системной интеграции, поставками и поддержкой Big Data решений, системной аналитики и многих других [24].

В том случае если электроэнергетическая компания будет создавать свою аналитическую инфраструктуру, в этом проекте будут задействованы такие специалисты, как: архитектор системы, инженеры данных, разработчики, аналитики данных, системные аналитики и бизнес-аналитики, проектные менеджеры. В случае, если инфраструктуру будет разрабатывать контрагент, для реализации проекта потребуются системные аналитики (для анализа и контроля внедрения системы в организации),

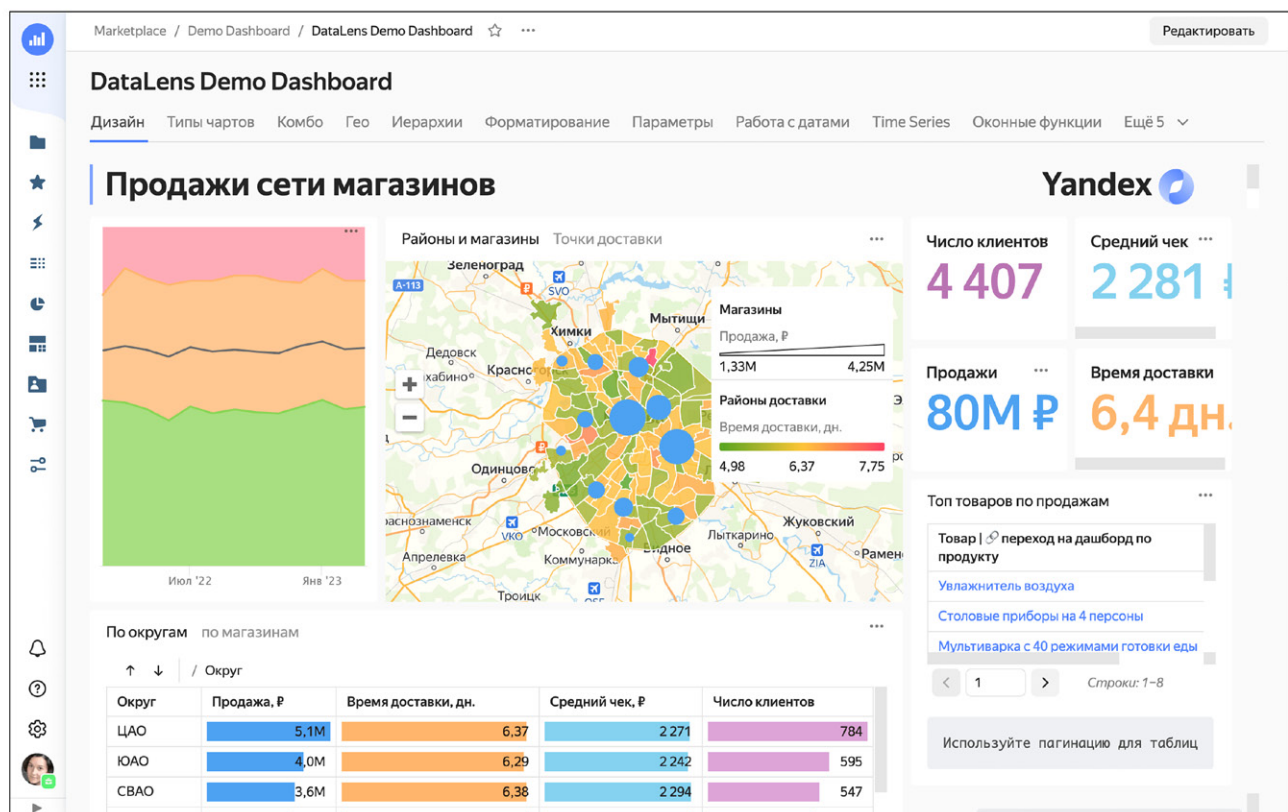


Рис. 5. BI-инструмент «Yandex Datalens»

Примечание: составлено по источнику [22].

бизнес-аналитики (для сбора бизнес-требований к будущей системе) и проектные менеджеры (для управления ходом проекта).

После разработки аналитической инфраструктуры идет следующий, третий шаг бизнес-процесса для внедрения подхода Data-Driven в систему управления обслуживанием и ремонтом оборудования в электроэнергетическую компанию – обучение сотрудников применению аналитических инструментов в работе. Среди всех инструментов, внедренных на предыдущем шаге, конечный пользователь будет сталкиваться только с одним инструментом – ВІ-системой. Как было описано выше, ВІ-система – это способ представления данных в графическом, удобном для восприятия виде: в виде диаграмм, схем, графиков. Менеджеры и специалисты, которые занимаются управлением обслуживанием и ремонтом электроэнергетического оборудования, смогут в режиме реального времени отслеживать динамику показателей состояния электроэнергетического оборудования. Это позволит сотрудникам отслеживать взаимосвязь между различными метриками и показателями на основе фактических данных, а также видеть прогнозные данные на будущие временные периоды, что позволит им превентивно отслеживать и исправлять неисправности электроэнергетического оборудования. Обучение сотрудников может производиться при помощи онлайн-курсов, семинаров и тренингов, на которых менеджеров и специалистов по обслуживанию и ремонту оборудования будут обучать применению внедренных аналитических инструментов. В качестве онлайн-платформ для обучения можно рассмотреть такие платформы, как: Stepik, Яндекс Практикум, офи-

циальные онлайн-уроки от Microsoft и другие платформы [25].

После обучения сотрудников использованию аналитических инструментов следует следующий (четвертый) этап бизнес-процесса для внедрения подхода Data-Driven в систему управления и обслуживанием, и износом оборудования электроэнергетической компании – совершенствование аналитической инфраструктуры. Этот шаг состоит из двух частей: тестирование аналитической инфраструктуры в работе, доработка аналитических инструментов. Тестирование аналитической инфраструктуры в работе производится на стороне менеджеров и специалистов по работе с обслуживанием и ремонтом оборудования электроэнергетической компании [26]. Менеджеры и специалисты осуществляют проверку аналитических инструментов в своих рабочих задачах, а затем собирают обратную связь о том, какой функционал не удовлетворяет их потребностям, какого функционала не хватает, а какой функционал лишний. Далее обратная связь передается команде разработчиков и аналитиков. Разработчики и аналитики анализируют обратную связь от пользователей, осуществляют доработку аналитических инструментов [27]. После доработки бизнес-пользователи вновь тестируют свои аналитические инструменты и либо принимают доработки, либо их отвергают. В том случае, когда пользователи отвергли доработки, разработчики вновь получают обратную связь и осуществляют совершенствование инструментов до тех пор, пока бизнес-пользователи в лице менеджеров и специалистов не будут удовлетворены (рис. 6).

Завершающий этап бизнес-процесса для внедрения подхода Data-Driven в систему

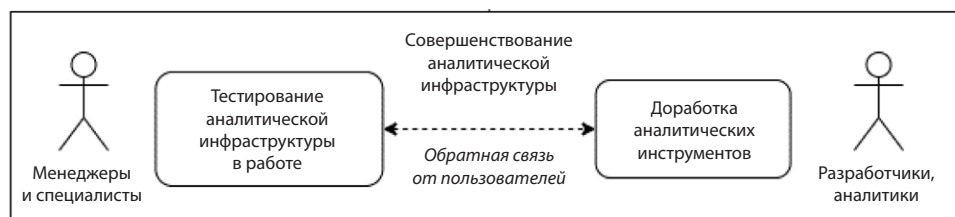


Рис. 6. Этап совершенствования аналитической инфраструктуры

Примечание: составлено авторами.

управления износом и обслуживанием электро-энергетического оборудования в компанию — это полное внедрение аналитики данных и аналитических инструментов в производство [28]. Хотя этот этап является завершающим, он представляет собой постоянный процесс, состоящий

из двух элементов: использования аналитики в производстве и технической поддержки аналитической инфраструктуры. В процессе эксплуатации бизнес-пользователи могут сталкиваться с ошибками, некорректными данными и сбойными ситуациями (рис. 7).

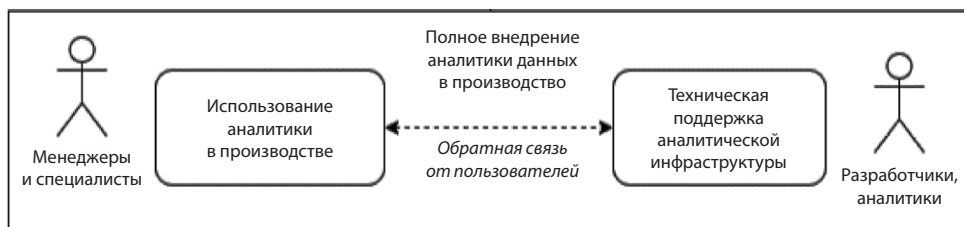


Рис. 7. Этап полного внедрения аналитики данных в производство

Примечание: составлено авторами.

Пользователи должны передавать обратную связь разработчикам и аналитикам, которые будут исправлять ошибки на основе обратной связи. Возникновение сбоев и ошибок неизбежно, поэтому завершающий этап бизнес-процесса является постоянным и непрерывным процессом [29].

Внедрение дорожной карты для управления системой обслуживания и ремонта электроэнергетического оборудования, отличающейся применением подхода Data-Driven, позволит энергетическим компаниям в будущем сократить время простоя оборудования, а также увеличить срок его службы путем оптимизации системы ремонта и обслуживания электроэнергетического оборудования. Минимизация времени простоя оборудования позволит уменьшить объем упущенной выручки, а увеличение срока службы оборудования позволит сократить затраты на ремонт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведенном исследовании был рассмотрен подход к управлению Data-Driven в рамках системы обслуживания и управления

износом электроэнергетического оборудования.

Были проанализированы достоинства внедрения подхода Data-Driven в систему управления организацией, а также практические и теоретические недостатки подхода. Были найдены такие практические достоинства, как совершенствование системы принятия решения, формирование «единого источника правды», а также увеличение прибыли организации. В качестве ключевых проблем подхода были выявлены проблемы с обучением персонала, использованием инструментов анализа данных, высокие технические требования к внедрению аналитической инфраструктуры, значительные ресурсы и риски работы с большими данными.

Разработанная дорожная карта состоит из пяти важных этапов, каждый из которых имеет свою специфику и свои нюансы. Внедрение дорожной карты позволит организации сократить издержки на ремонт оборудования, увеличит срок эксплуатации оборудования, а также сократит время простоя оборудования, что позволит минимизировать размер упущенной выручки и сократить издержки.

Список источников

1. Быкова Н. В., Калинина М. С. Тренды электроэнергетики в рамках Индустрии 4.0 // Актуальные вопросы инновационного развития Арктического региона РФ : сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф., 14–30 ноября 2022 г., г. Северодвинск.

References

1. Bykova N. V., Kalinina M. S. Trendy elektroenergetiki v ramkakh Industrii 4.0. In: *Proceedings of the 4th All-Russian Research-to-Practice Conference "Aktualnye voprosy innovatsionnogo razvitiya Arkticheskogo regiona RF"*, November 14–30, 2022,

- Северодвинск : Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, 2023. С. 284–288.
2. Наумов В. А., Матисон В. А., Федоров Ю. Г. Новые направления развития стандартизации в процессе цифровой трансформации электроэнергетики // Энергия единой сети. 2022. № 3–4. С. 20–29.
 3. Ещенко П. А., Матвеев Д. Н., Матвеева Ж. В. Осуществление учета электроэнергии с использованием современных цифровых технологий // Международный научный вестник. 2023. № 1. С. 76–78.
 4. Бохан П. А. Интеллектуальный анализ данных // StudNet. 2022. Т. 5, № 6. С. 6742–6752.
 5. Рубаков С. В. Современные методы анализа данных // Управление наукой и наукометрия. 2008. Т. 3, вып. 4. С. 165–176.
 6. Business & Data Analytics. URL: <https://www.bcg.com> (дата обращения: 05.10.2024).
 7. Roland Berger: Global Consulting. URL: <https://www.rolandberger.com> (дата обращения: 05.10.2024).
 8. Арутюнова М. В., Нижарадзе С. Э., Абузярова М. И. Влияние различных стилей руководства на продуктивность управленческой деятельности в организации // Электронный научный журнал. 2016. № 11–2. С. 65–68.
 9. Хакеры атаковали систему бронирования билетов: повлияет ли это на полеты. URL: <https://www.rbc.ru/business/28/09/2023/651585169a7947bf86e30f09?ysclid=m2ve3mcrp8568086213> (дата обращения: 10.07.2024).
 10. Критерии качества данных. URL: <https://loginom.ru/blog/data-quality-criteria> (дата обращения: 10.07.2024).
 11. Балашов А. П. Основы теории управления. М. : ИНФРА-М, 2015. 278 с.
 12. Кязимов К. Г. Управление человеческими ресурсами: профессиональное обучение и развитие персонала. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Юрайт, 2020. 202 с.
 13. Громов А. И., Фляйшман А., Шмидт В. Управление бизнес-процессами: современные методы : моногр. М. : Юрайт, 2016. 367 с.
 14. NBER. URL: <https://www.nber.org/digest/202012/working-homes-impact-electricity-use-pandemic> (дата обращения: 05.10.2024).
 15. Волкова И. О., Бурда Е. Д., Гаврикова Е. В. и др. Трансформация электроэнергетики: тренды, модели, механизмы и практики управления : моногр. Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2020. 354 с.
 16. Дата-центр. URL: <https://ru.hostings.info/terms/data-centr.html> (дата обращения: 05.10.2024).
 17. SMART-LAB. URL: <https://smart-lab.ru/blog/642859.php?nomobile=1> (дата обращения: 05.10.2024).
 18. Жилкина Ю. В. Цифровизация электроэнергетики как «окно возможностей» для повышения эффективности энергосистем государств-участников СНГ // Вестник Казанского государственного Северодвинск. Severodvinsk: Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov; 2023. p. 284–288. (In Russ.).
 2. Naumov V. A., Matison V. A., Fedorov Y. G. New standardization development directions in the electric power industry digitalization process. *Energy of Unified Grid*. 2022;(3–4):20–29. (In Russ.).
 3. Eshchenko P. A., Matveev D. N., Matveeva Zh. V. Osushchestvlenie ucheta elektroenergii s ispolzovaniem sovremennykh tsifrovyykh tekhnologiy. *International Scientific Bulletin*. 2023;(1):76–78. (In Russ.).
 4. Bokhan P. A. Intelligent Data Analysis. *StudNet*. 2022;5(6):6742–6752. (In Russ.).
 5. Rubakov S. V. Modern Methods of Unstructured Data Analysis. *Science Governance and Scientometrics*. 2008;3(4):165–176. (In Russ.).
 6. Business & Data Analytics. URL: <https://www.bcg.com> (accessed: 05.10.2024).
 7. Roland Berger: Global Consulting. URL: <https://www.rolandberger.com> (accessed: 05.10.2024).
 8. Arutyunova M. V., Nizharadze S. E., Abuzyarova M. I. Vliyanie razlichnykh stiley rukovodstva na produktivnost upravlencheskoy deyatel'nosti v organizatsii. *Elektronny nauchny zhurnal*. 2016;(11–2): 65–68. (In Russ.).
 9. Khakery atakovali sistemu bronirovaniya biletov: povliyaet li eto na polity. URL: <https://www.rbc.ru/business/28/09/2023/651585169a7947bf86e30f09?ysclid=m2ve3mcrp8568086213> (accessed: 10.07.2024). (In Russ.).
 10. Kriterii kachestva dannyykh. URL: <https://loginom.ru/blog/data-quality-criteria> (accessed: 10.07.2024). (In Russ.).
 11. Balashov A. P. Osnovy teorii upravleniya. Moscow: INFRA-M; 2015. 278 p. (In Russ.).
 12. Kyazimov K. G. Upravlenie chelovecheskimi resursami: professionalnoe obucheniye i razvitiye personala. 2nd ed., rev. ed. Moscow: Urait; 2020. 202 p. (In Russ.).
 13. Gromov A. I., Flyaishman A., Shmidt V. Upravlenie biznes-protsessami: sovremennyye metody. Monograph. Moscow: Urait; 2016. 367 p. (In Russ.).
 14. NBER. URL: <https://www.nber.org/digest/202012/working-homes-impact-electricity-use-pandemic> (accessed: 05.10.2024).
 15. Volkova I. O., Burda E. D., Gavrikova E. V. et al. Transformatsiya elektroenergetiki: trendy, modeli, mekhanizmy i praktiki upravleniya. Monograph. Irkutsk: Izd-vo Irkutsk National Research Technical University; 2020. 354 p. (In Russ.).
 16. Data-tsentr. URL: <https://ru.hostings.info/terms/data-centr.html> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).
 17. SMART-LAB. URL: <https://smart-lab.ru/blog/642859.php?nomobile=1> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).
 18. Zhilkina Yu. V. Electric power industry digitalization as “a window of opportunity” to increase efficiency energy systems of the CIS member states. *Kazan State Power Engineering University Bulletin*. 2022;14(4):142–155. (In Russ.).

- энергетического университета. 2022. Т. 14, № 4. С. 142–155.
19. Дайитбеков Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике : моногр. 3-е изд., испр. и доп. М. : НИЦ Инфра-М, 2018. 587 с.
 20. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере. М. : МЦНМО, 2016. 368 с.
 21. Лесковец Ю., Раджараман А., Ульман Д. Д. Анализ больших наборов данных / пер. с англ. А. А. Слинкин. Ю. Лесковец. М. : ДМК Пресс, 2016. 498 с.
 22. Yandex Datalens. URL: <https://datalens.yandex.cloud> (дата обращения: 05.10.2024).
 23. Костин В. И. Финансовый менеджмент в реальном секторе экономики. М. : Альтаир-МГАВТ, 2011. 269 с.
 24. Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. П. А. Волковой. М. : ДМК Пресс, 2014. 588 с.
 25. Корячко В. П., Пепелкин Д. А. Анализ и проектирование маршрутов передачи данных в корпоративных сетях : моногр. М. : Горячая линия – Телеком, 2012. 236 с.
 26. СИБУР. URL: <https://www.sibur.ru/ru> (дата обращения: 05.10.2024).
 27. Кулаичев А. П. Методы и средства комплексного анализа данных. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Инфра-М, 2006. 512 с.
 28. Glowbyte. URL: <https://glowbyteconsulting.com> (дата обращения: 05.10.2024).
 29. T1 Solutions. URL: <https://t1.ru> (дата обращения: 05.10.2024).
 19. Dayitbegov D. M. Kompyuternye tekhnologii analiza dannykh v ekonometrike. Monograph. 3d ed., rev. ed. Moscow: Vuzovsky uchebnik: NITS Infra-M; 2018. 587 p. (In Russ.).
 20. Tyurin Yu. N., Makarov A. A. Analiz dannykh na kompyutere. Moscow: MTsNMO; 2016. 368 p. (In Russ.).
 21. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman D. J. Mining of massive datasets. Slinkin A. A., Leskovec J., trans. Moscow: DMK Press; 2016. 498 p. (In Russ.).
 22. Yandex Datalens. URL: <https://datalens.yandex.cloud> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).
 23. Kostin V. I. Finansoviy menedzhment v realnom sektore ekonomiki. Moscow: Altair-MGAVT; 2011. 269 p. (In Russ.).
 24. Kabacoff R. I. R in Action. Data Analysis and Graphics with R. Volkova P. A., trans. Moscow: DMK Press; 2014. 588 p. (In Russ.).
 25. Koryachko V. P., Perepelkin D. A. Analiz i proektirovanie marshrutov peredachi dannykh v korporativnykh setyakh. Monograph. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom; 2012. 236 p. (In Russ.).
 26. SIBUR. URL: <https://www.sibur.ru/ru> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).
 27. Kulaichev A. P. Metody i sredstva kompleksnogo analiza dannykh. 4th ed., rev. ed. Moscow: Infra-M; 2006. 512 p. (In Russ.).
 28. Glowbyte. URL: <https://glowbyteconsulting.com> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).
 29. T1 Solutions. URL: <https://t1.ru> (accessed: 05.10.2024). (In Russ.).

Информация об авторах

Н. Л. Кетоева – кандидат экономических наук, доцент.

М. А. Знаменская – кандидат экономических наук, старший преподаватель.

И. О. Борzych – аналитик.

About the authors

N. L. Ketoeva – Candidate of Sciences (Economics), Docent.

M. A. Znamenskaya – Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer.

I. O. Borzykh – Analyst.