

УДК 336.6
DOI 10.17513/fr.43535

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЫ КАК ФАКТОР РОСТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

Яковлева И.В.

Оренбургский государственный университет, Оренбург, e-mail: fnp56@mail.ru

В последние годы цифровизация стала одним из важнейших векторов развития энергосистем во всем мире. Энергоснабжающие компании, сферой деятельности которых являются передача и распределение электроэнергии, относятся к естественным монополиям, стабильное состояние которых служит условием экономического развития всех отраслей национального хозяйства. В статье раскрывается целесообразность внедрения инновационных решений по установке современного интеллектуального оборудования для защиты высоковольтных линий электропередач, управления коммутационными аппаратами, учета электроэнергии и своевременной сигнализации о технологических нарушениях в электроэнергетической сфере. Подробно описывается последовательность реализации проекта по внедрению системы «Кситал», а также приводятся результаты оценки экономического эффекта от внедрения в производственный процесс систем телесигнализации и телеуправления. Одним из основных методов снижения затрат на обслуживание является внедрение инновационных решений, в частности установка современного интеллектуального оборудования для защиты высоковольтных линий электропередач, управления коммутационными аппаратами, учета электроэнергии и своевременной сигнализации о технологических нарушениях в работе. Приведены особенности формирования затрат на выполнение работ по оперативному обслуживанию удаленных электрических подстанций от центра управления. Обоснованы перспективы развития и варианты перехода на полное обеспечение удаленных электрических подстанций цифровыми системами. Предложенные практические рекомендации нацелены на обоснование экономической целесообразности установки системы дистанционного управления, мониторинга и сигнализации на электроэнергетических объектах.

Ключевые слова: цифровая трансформация, электроэнергетика, инвестиционный проект, телеуправление, сигнализация

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ELECTRIC POWER SECTOR AS A FACTOR OF GROWTH IN INVESTMENT ATTRACTIVENESS

Yakovleva I.V.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: fnp56@mail.ru

In recent years, digitalization has become one of the most important vectors of the development of energy systems around the world. Energy supply companies, whose sphere of activity is the transmission and distribution of electricity, belong to natural monopolies, the stable condition of which is a condition for the economic development of all sectors of the national economy. The article reveals the expediency of introducing innovative solutions for the installation of modern intelligent equipment for the protection of high-voltage power lines, control of switching devices, electricity metering and timely signaling of technological violations in the electric power sector. The sequence of the implementation of the project for the introduction of the «Ksital» system is described in detail, and the results of the assessment of the economic effect of the introduction of telesignalization and remote control systems into the production process are also given. One of the main methods of reducing maintenance costs is the introduction of innovative solutions, in particular, the installation of modern intelligent equipment for the protection of high-voltage power lines, control of switching devices, electricity metering and timely signaling of technological malfunctions. The features of the formation of costs for the performance of operational maintenance of remote electrical substations from the control center are given. The prospects of development and options for the transition to full provision of remote electrical substations with digital systems are substantiated. The proposed practical recommendations are aimed at substantiating the economic feasibility of installing a remote control, monitoring and alarm system at electric power facilities.

Keywords: digital transformation, electric power industry, investment project, remote control, alarm system

Одним из ключевых условий успешного развития сетевых компаний является энергоэффективность. В случае внедрения автоматизации в систему энергетики появляется возможность осуществлять полный контроль над потреблением ресурсов, а также экономить затраты на энергоносители. Значительно уменьшить затраты и потери при распределении энергоресурсов возможно благодаря основным технологическим процессам [1].

Цифровая электроподстанция обрела новое понимание, что подразумевает подстанцию электроэнергетической системы с высоким уровнем автоматизации.

Цифровая трансформация позволит повысить надежность, качество, доступность оказания услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению потребителей, сформировать новую инфраструктуру для максимально эффективного процесса передачи электроэнергии между

субъектами электроэнергетики, а также развивать конкурентные рынки сопутствующих услуг [2].

Цели цифровой трансформации – изменение логики процессов и переход компании на риск-ориентированное управление на основе внедрения цифровых технологий и анализа больших данных.

Задачи цифровой трансформации:

- адаптивность компании к новым условиям и вызовам;
- улучшение характеристик надежности электроснабжения потребителей;
- рост эффективности компании;
- повышение доступности электросетевой инфраструктуры;
- диверсификация бизнеса компании за счет дополнительных сервисов [3].

Цель исследования заключается в снижении затрат на транспортировку электроэнергии электросетевыми компаниями России. Для этого необходимо разработать комплекс мероприятий экономического и технического характера по реконструкции энергообъектов, установке современного оборудования, реализации мероприятий по энергосбережению.

Материал и методы исследования

Теоретико-методологическую базу исследования составили научные публикации, раскрывающие особенности функционирования электросетевых компаний и их практической деятельности. Информационной базой о финансово-экономическом состоянии компаний послужили официальные данные статистической отчетности за 2020–2022 гг. При проведении исследования в рамках системного подхода использовались методы общенаучного теоретического исследования: научное наблюдение, синтез, а также применялись такие методы анализа, как сравнительный, структурный и коэффициентный.

Научная новизна исследования состоит в том, что предложен научно обоснованный подход к внедрению инновационного решения по установке современного интеллектуального оборудования для защиты высоковольтных линий электропередач, управления коммутационными аппаратами, учета электроэнергии и своевременной сигнализации о технологических нарушениях в электроэнергетической сфере.

Результаты исследования и их обсуждение

В последнее время наблюдается новый всплеск практического интереса к информационным технологиям. Однако на этот раз он обусловлен не столько осознанием

современных возможностей, сколько причинами экономического характера. Любые изменения в процессах управления неизбежно оказывают влияние на надежность функционирования электроэнергетики. Установка на энергообъектах дистанционного управления и сигнализации приведет к снижению потерь от повреждения оборудования за счет предупреждения аварийных ситуаций, получения своевременной и полноценной информации, подаваемой и регистрируемой в удобной форме, автоматических или ручных переключений при локализации и восстановлении энергоснабжения.

Основным инструментом снижения затрат на обслуживание является внедрение инновационных решений, т.е. установка современного интеллектуального оборудования для защиты высоковольтных линий электропередач, управления коммутационными аппаратами, учета электроэнергии и своевременной сигнализации о технологических нарушениях в процессе работы распределительной электрической подстанции.

Такой инновационной платформой является система «Кситал», предоставляющая множество возможностей для обмена информацией и взаимодействия между пользователями с целью упрощения коммуникации и улучшения работы внутри организации [4].

Рассмотрим более подробно последовательность реализации проекта по внедрению системы «Кситал». Проект будет реализован в течение года в рамках ремонтной программы и технического обслуживания распределительных сетей. Предположительно местом установки системы «Кситал» принимаем ячейку секционного разъединителя комплектного распределительного устройства наружного исполнения на электроподстанции.

Установка системы с GSM-связью на данных удаленных объектах будет более целесообразна и малозатратна по сравнению со строительством волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) до данных объектов, так как строительство ВОЛС в среднем на удалении от центра управления на 40 км требует больших инвестиционных вложений, а также прокладка линии ВОЛС занимает значительное время.

Система «Кситал» GSM имеет ряд преимуществ при монтаже, таких как:

- не требует дополнительного помещения для размещения;
- способна работать в условиях низких температур;
- малое потребление электроэнергии [5].

Шкаф с монтажом системы «Кситал» GSM установлен в секционном разъедини-

теле подстанции, где и было принято решение разместить основные блоки «Кситал» исходя из условий качества приема GSM сигнала и минимизации протяжки кабельных линий. Затем прокладываются кабельные линии и монтируются датчики для мониторинга нагрузок по высоковольтным линиям, температуры, датчики движения, задымления и иные, а также для управления силовым оборудованием. После монтажа и наладки системы «Кситал» на электроподстанции в центре управления на рабочем месте диспетчера организуется программное обеспечение для удаленного мониторинга и управления. Функциональная схема системы «Кситал» GSM представлена на рисунке.

Внедряемая система соответствует концепции структуры диспетчерского управле-

ния, которая направлена на бесперебойное электроснабжение потребителей электроэнергией за счет текущего мониторинга и дистанционного управления оборудованием электрических сетей.

Такая система повышает эффективность работы энергосистемы, снижает последствия аварийных ситуаций, совмещая в себе функции информирования и оперативного управления, позволяя отказаться от вынужденных выездов оперативных бригад, нахождения дежурного персонала на удаленных подстанциях от центра управления, сокращает время на восстановление электроснабжения, исключает приближение персонала к высоковольтному оборудованию. Основные преимущества и недостатки перехода на систему телеуправления и сигнализации представлены в таблице 1.



Функциональная схема системы «Кситал» GSM

Таблица 1

Преимущества и недостатки перехода на систему телеуправления и сигнализации

Преимущества	Недостатки
Простота монтажа и наладки устройства	Необходимость покрытия сотовой связью и Интернетом, минимум двумя сотовыми компаниями
Повышение эффективности работы энергосистемы	Высокая стоимость самого оборудования. Положительный результат установки умного устройства нужно оценивать в перспективе
Снижение последствий аварийных ситуаций	Слабая защищенность канала связи по сотовой сети
Повышение информативности, что позволяет отказаться от вынужденных выездов оперативных бригад	Требуется обучение персонала новому программному обеспечению
Сокращение времени на восстановление электроснабжения потребителей	Требуется обучение монтажу и наладке оборудования на энергообъектах
Снижает влияние человеческого фактора, ведя журнал событий	Определенные сложности при первом запуске в программном обеспечении
Позволяет отказаться от постоянного нахождения дежурного персонала на удаленных от центра подстанциях управления	Усложнение производственной системы
Позволяет в автоматическом режиме поддерживать температуру в помещениях, информировать о выходе температуры из заданных параметров	
Выполняет функцию охранного комплекса	

Как видно из таблицы 1, абсолютных преимуществ от внедрения системы дистанционного управления и сигнализации гораздо больше.

При анализе статистики электросетевых компаний в отношении выездных бригад за период 2021–2022 гг. было выявлено, что из общего количества выездов по неисправностям большинство составляют выезды по устранению реальных неполадок в оборудовании, а остальные выезды можно было минимизировать, зная причину возникновения несоответствия нормальному режиму работы оборудования на объекте. Из выездов, которые можно было минимизировать, большую часть составляют выезды для возобновления питания потребителей по причине коротких замыканий на воздушных линиях и по причине неуспешных автоматических повторных включений.

На примере одного отключения будут видны такие затраты:

– расход ГСМ на выезд автомобилей составит в среднем 700 рублей;

– оплата труда бригады из двух человек (в среднем оплата 1 часа работы составляет 274,76 руб./ч, итого 2 часа работы будут стоить 1099,04 рубля);

– недоотпуск электроэнергии в связи с отключением воздушной линии электро-

передачи с расчетом на 2 часа, что приблизительно составит 225 кВт/ч, в сумме денежной единицы это будет составлять 525 рублей.

Совокупные затраты на один выезд для выполнения такой работы будут составлять 2324,04 рубля, в год составят 44156,76 рубля. Общая сумма затрат на устранение несоответствия нормальному режиму и недополученная прибыль от перерывов в электроснабжении потребителей за год составят 233055,76 рубля. Основные затраты выездной бригады за час работы представлены в таблице 2.

Величина затрат на приобретение и установку системы телеуправления и сигнализации представлена в таблицах 3 и 4.

Для реализации системы «Кситал» не потребуется дорогостоящего строительства линии связи, такой как волоконно-оптическая линия связи, монтируемая на опорах высоковольтных линий электропередач. Аренда спутникового канала связи также значительно дороже GSM канала, а качество связи не уступает спутниковому. Организация каналов связи по арендованному каналу VPN по функционалу и надежности не уступает системе «Кситал», но значительно ниже по инвестиционным вложениям, чем связь GSM.

Таблица 2

Основные затраты выездной бригады за час работы

Расход ГСМ за один выезд бригады, руб.	700
Сумма затрат на недоотпуск электроэнергии за час, руб.	525
Оплата труда за час, руб.	274,76
Итого	1499,76

Таблица 3

Затраты на приобретение и установку телеуправления и сигнализации

1	Система оповещения и управления Кситал GSM-12	1 комплект	8,4	
2	Блок расширения Кситал V8R4-433	1 шт.	4	
3	Плата приемопередатчика Кситал РП433	1 шт.	0,7	
4	Оплата GSM-трафика	–	7,2	за год
5	Беспроводной термодатчик Кситал ТД433	2 шт.	3,74	
6	Датчик движения ДД-018 1200W 220гр. 12м IP44	1	0,85	
7	Аккумулятор АКБ 12-7 AGM	1 шт.	1,15	
8	GSM модем на рабочее место диспетчера GSM/GPRS-модем iRZ MC52iT	1 шт.	2,9	
9	Выносная антенна GSM для GSM/GPRS-модема Антей 905 FME (5 dB, магнит)	1 шт.	0,6	
10	РМ диспетчера (компьютер)	1 шт.	60	
11	Реле контроля тока РКТ-1	16 шт.	25,6	

Таблица 4

Организация телеуправления, телесигнализации на присоединениях 35 кВ и 10 кВ и телеизмерений на присоединениях 10 кВ

1	Кабель контрольный КВВГЭ-НГ с количеством жил от 4 до 37	1 комплект	120	
2	Шкаф промышленный клеммный	2 шт.	60	
3	Материалы для монтажа и установочные изделия	1 комплект	50	
	Итого:		345,14	

Таблица 5

Показатели для расчета окупаемости проекта

Среднегодовое количество выездов бригады за 2022 г., шт.	105
Общая сумма затрат на устранение несоответствия нормальному режиму за 2022 г., руб.	233055,76
Ориентировочная стоимость оборудования для организации телемеханики на подстанции, руб.	1773,246

Таблица 6

Показатели финансовой эффективности инвестиционного проекта

Показатели	Значение	Норматив
WACC, %	11,2	–
Чистый дисконтированный доход (NPV), р.	367262	NPV>0
Внутренняя норма рентабельности (IRR), в %	12,9	IRR>r
Индекс доходности (PI)	1,27	PI>1
Дисконтированный срок окупаемости (DPP), год	9,5	DPP> PP

Срок окупаемости инвестиционного проекта – ключевой показатель, который позволяет определить окупаемость инвестиционных затрат [6].

В таблице 5 приведены основные показатели для расчета окупаемости проекта.

Для расчета окупаемости примем инвестиционный период, равный сроку службы микропроцессорного блока «Кситал» 12 лет.

Проведем расчет показателей финансовой эффективности инвестиционного проекта. Полученные результаты содержатся в таблице 6.

По данным таблицы 6, чистый дисконтированный доход положительный, внутренняя норма рентабельности больше ставки дисконтирования, индекс доходности больше единицы, следовательно, предлагаемое мероприятие является прибыльным и его следует принять к реализации.

Согласно расчету, срок окупаемости системы «Кситал» составит 9,5 года, срок эксплуатации – 12 лет, что сокращает расходы на обслуживание и уменьшает период недоотпуска электроэнергии. Инвестиции в про-

ект производятся одновременно при покупке и наладке оборудования. Главными достоинствами данной системы телеуправления и сигнализации являются быстрая оценка ситуации на объекте и возобновление электроснабжения потребителей.

Заключение

Оценка целесообразности применения системы «Кситал» осуществлена с применением энергоэкономичности, а также проанализированы площади, занимаемые прибором, относительная простота монтажа и наладки оборудования. В отличие от более дорогих систем дистанционного управления, мониторинга и сигнализации, система окупается до окончания срока эксплуатации. Также для организации связи системы «Кситал» с объектом управления не требуется строительство линий связи, что, в свою очередь, сокращает время реализации данного проекта.

С развитием технологического процесса будет появляться все больше возможностей для перевода всего управления и контро-

ля в электроэнергетике на дистанционное управление и мониторинг.

Энергетика как стратегический вид экономической деятельности для нашей страны требует регулярного внедрения надежных и безопасных современных автоматизированных систем. Таким образом, предложенная система телемеханики на электроэнергетических объектах будет способствовать росту эффективности функционирования распределительных сетей и бесперебойному электроснабжению потребителей.

Список литературы

1. Короткова Т.Ю. Энергетика и автоматизация в современном обществе: Материалы V Международной научно-практической конференции обучающихся и преподавателей. Часть 2. СПб.: Санкт-Петербургский государствен-

ный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. С. 103-108.

2. Концепция «Цифровая трансформация 2030»: Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 05.10.2023).

3. Распоряжение Губернатора Тюменской области от 30.04.2020 № 37-р «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Тюменской области на 2021 – 2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 15.10.2023).

4. Румянцева А.Ю. Инвестиционные платформы и их роль в развитии финансовых инноваций // Экономика и управление. 2022. № 28(9). С. 912-922.

5. Официальный сайт «Кситал» [Электронный ресурс]. URL: <https://ksytal.ru/> (дата обращения: 12.10.2023).

6. Брусов П.Н. Финансовый менеджмент. Долгосрочная финансовая политика. Инвестиции: учебное пособие. М., 2021. 300 с.