

УДК 330.3

**РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСФОРМАЦИИ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА****Козлов Валерий Вячеславович,**

Студент 432 группы Санкт-Петербургского государственного университета
промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-
Петербург, ул. Ивана Черных, 4
E-mail: kozloval671@gmail.com

Коновалова Вера Константиновна,

Ассистент кафедры менеджмента и права Санкт-Петербургского государственного
университета промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и
энергетики, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.
E-mail: vera_konoval@inbox.ru

Аннотация

В статье исследуется значение цифровизации для повышения эффективности в энергетической отрасли России. Рассматриваются подходы к оценке экономической эффективности проектов цифровизации, а также проблемы, связанные с рисками и неопределенностью таких инициатив. Описаны ключевые аспекты внедрения цифровых технологий, включая роботизацию, интернет вещей и искусственный интеллект, их влияние на снижение затрат. Уделено внимание социальным и экологическим аспектам цифровизации, а также методам оценки и минимизации рисков в условиях высокой неопределенности.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, экономическая эффективность, инвестиционные проекты, управление рисками.

**THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE
TRANSFORMATION OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX****Kozlov V. Viacheslavovich,**

Student of group 432,
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design.
Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh Street, 4.
E-mail: kozloval671@gmail.com

Vera K. Konovalova,

Assistant of the Department of Management and Law,
St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design.
Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg, Ivan Chernykh Street, 4.
E-mail: vera_konoval@inbox.ru

ABSTRACT

The article explores the importance of digitalization for increasing efficiency in the Russian energy industry. It considers approaches to assessing the economic efficiency of digitalization projects, as well as problems associated with the risks and uncertainty of such initiatives. Key aspects of digitalization, including robotization, IoT and artificial intelligence, and their impact on cost reduction are described. Attention is paid to the social and environmental aspects of digitalization, as well as methods for assessing and minimizing risks under conditions of high uncertainty.

Keywords: digitalization, energy, economic efficiency, investment projects, risk management.

Глобальная технологическая гонка представляет собой серьезную проблему для компаний и стран, стремящихся сохранить свою конкурентоспособность и лидерство на глобальном уровне. Это связано, прежде всего, со скоростью и масштабами развития и распространения цифровых и интеллектуальных технологий во всех сферах экономики и общественной жизни. Для России активное участие в этом технологическом конкурсе является вопросом будущего страны. Поскольку Россия является одним из основных экспортеров энергии в мире, использование цифровых технологий открывает совершенно новые возможности и очевидные экономические выгоды во всех секторах топливно-энергетического комплекса. Это стимулирует финансовые вложения энергетических компаний в такие технологии, как роботизация, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и т. д.

Проблемам исследования эффективности проектов цифровизации в настоящее время уделяется большое внимание из-за скорости развития цифровых технологий по всему миру. Существует несколько подходов к выявлению этой экономической категории, при этом само понятие экономической эффективности и структура его содержания разнятся от подхода к подходу. При этом, нельзя провести оценку эффективности проекта цифровизации без четкого определения исследуемого понятия.

Эффективность, при системном подходе, в широком смысле слова – «это комплексная характеристика системы, отражающая степень ее соответствия потребностям и интересам ее заказчиков, пользователей, других заинтересованных лиц»

При высоком уровне неопределенности проекты по разработке и внедрению информационных технологий и систем характеризуются высокой вероятностью риска. Поэтому, проведение обоснования необходимости реализации проекта является необходимым. Процесс выполнения оценки экономической эффективности проектов цифровизации усложняется тем фактом, что они не оказывают прямого влияния на финансовый результат деятельности компании [1]. Параллельно с этим, процесс реализации таких проектов сопровождается созданием единой информационной структуры компании, позволяющей в нужное время и должным образом повышать уровень бизнес-процессов, которые, в свою очередь, являются источником коммерческого результата.

Энергетическая отрасль страны является базовой сферой экономики Российской Федерации. Для поступательного развития экономики страны и повышения уровня жизни всего населения необходимо надежное и бесперебойное снабжение электрической и тепловой энергией потребителей. Поэтому, при оценке эффективности инвестиционного проекта, связанного с развитием энергетики страны, необходим комплексный подход,

всестороннее изучение непосредственно связанных с проектом затрат и полученных результатов, его воздействие на экономику, окружающую среду, а также общество.

Количественная оценка эффективности внедрения проектов цифровизации заключается в комплексной оценке как экономической эффективности инвестиций в проект, так и самого эффекта (практического результата) от эксплуатации определённого комплекса информационных технологий. Под эффективностью в узком смысле слова подразумевается коммерческая эффективность отдельного энергетического предприятия, где была реализована технология. Она может выражаться как в снижении затрат при производстве энергии, так и в повышении энергетической эффективности использования топлива, что в итоге приведет к увеличению маржинальной прибыли. Одновременно необходимо учитывать эффективность энергетических цифровых технологий в широком смысле слова: эффективность для общества и окружающей среды: рост надежности энергоснабжения и снижении уровня пережога топлива, что снижает экологический ущерб [2].

Приведем теоретическую методику оценки эффективности цифровых проектов в энергетике на примере анализируемых мной систем. Для проведения оценки эффективности проектов цифровизации необходимо начать с расчета денежных потоков от реализации проекта и стартовых затрат на разработку и внедрение системы.

1. Основными затратами при внедрении цифровых комплексов, описываемых в работе, являются:

- стоимость создания цифровой системы с учетом необходимого функционала согласно ТЗ;

- стоимость программного обеспечения – лицензии ПО для пользователей и для сервера;

- стоимость тиражирования системы для филиалов компании и отдельных ТЭЦ (для КОР ОРЭМ и ИС «Энергобаланс»).

2. Оценка положительного денежного потока, который генерируется проектом. Особенность формирования положительных денежных потоков от проектов цифровизации заключается в том, что максимальный эффект достигается за счет комплексного взаимодействия цифровых систем и служб на предприятии. По своей сути положительный денежный поток состоит из двух элементов:

- снижение переменных затрат при производстве энергии и получение дополнительной маржинальной прибыли;

- снижение условно-постоянных затрат.

При обосновании управленческих решений, в том числе решении о внедрении инвестиционных проектов, большую роль играет анализ маржинального дохода. В общем виде формула маржинального дохода от реализации тепловой и электрической энергии выглядит следующим образом:

$$МД = V_{ЭЭ} + V_{ТЭ} - S_T$$

где $V_{ЭЭ}$ - выручка от продажи электрической энергии, руб.,

$V_{ТЭ}$ - выручка от продажи тепловой энергии, руб.,

S_T - стоимость топлива, затраченного на выработку, руб.

Выручка от реализации электрической энергии, в свою очередь, вычисляется:

$$V_{ЭЭ} = V_{ЭЭ.рсв} + V_{рд} + S_{ЭЭ.рсв}$$

где $V_{ЭЭ.рсв}$ - выручка от продажи электрической энергии по результатам торгов на рынке на сутки вперед, руб.,

$V_{рд}$ - выручка от продажи электрической энергии по регулируемым договорам, руб.,

$S_{ЭЭ.рсв}$ - стоимость электрической энергии, купленной по результатам торгов на рынке на сутки вперед, руб.

Выручка от реализации тепловой энергии равна:

$$V_{ТЭ} = Tэ * Q.$$

где $Tэ$ - переменная составляющая тарифа на отпуск тепловой энергии, отражающая затраты на топливо, руб/Гкал,

Q - величина отпуска тепловой энергии потребителям, Гкал.

На размер маржинального дохода на генерирующем предприятии влияют следующие факторы:

- 1) Совершенство характеристик термодинамического цикла (технологическая схема, коэффициент полезного действия и удельные расходы топлива);
- 2) Цена продукта на рынке в каждый момент времени и ее прогноз;
- 3) Стоимость топлива и его качество, влияющее на изменение удельного расхода топлива, величину энергии на собственные нужды;
- 4) Оптимизация существующих режимов работы.

Таким образом, вопросы топливной эффективности являются центральными при оценке эффективности таких проектов. Ниже, в таблице 1, представлен комплекс возможных мероприятий, способствующий рационализации расхода топлива и оптимизации режима работы ТЭЦ, с указанием возможного экономического эффекта. Данные по результатам увеличения маржинального дохода были получены методом имитационного моделирования тепловой схемы «Северной-ТЭЦ-21» ПАО «ТГК-1» с учетом фактических характеристик работы эксплуатируемого оборудования и оптимизации режима работы ТЭЦ по критерию максимизации экономического эффекта [3]. Оценка денежного эффекта после оптимизации была проведена в разные сезоны (отопительный/неотопительный) работы ТЭЦ, так как график нагрузок значительно отличается.

Таблица 1 – Оценка увеличения маржинального дохода базового режима работы станции при сложившемся торговом графике и режимов с использованием методов по оптимизации данного режима

№	Описание	Оценка эффективности
1	Метод оптимального распределения тепловой нагрузки между энергоблоками	Δ МД = 1 – 3 %
2	Метод конкретизации заявки в базовом режиме	Δ МД = 6 – 8 %
3	Создание новой заявки после реализации метода оптимального распределения тепла рост	Δ МД = 10 – 15 %
4	Снижение технологического минимума в базовом режиме работы станции	Δ МД = 20 – 40 %
5	Создание новой заявки после реализации метода снижения технологического минимума	Δ МД = 25 – 50 %
6	Комбинация метода снижения технологического минимума электрической нагрузки и оптимальное распределение тепловой нагрузки между энергоблоками	Δ МД = 25 – 45 %
7	Комбинация метода снижения технологического минимума электрической нагрузки и оптимальное распределение тепловой нагрузки между энергоблоками с учетом составления новой заявки	Δ МД = 45 – 55 %

Дополнительным эффектом применения информационных технологий цифровизации является сокращение времени на обработку данных и освобождение персонала от рутинных учетных функций с преобразованием их в аналитические. О

важности внедрения информационных систем на предприятии свидетельствуют следующие факты: высший управленческий персонал любого среднестатистического предприятия проводит 80 % (от 6 часов до 10 часов в день) рабочего времени за работой с отчетной информацией, плюс к этому на поиски и согласование разной документации работники предприятий затрачивают около 30 % времени рабочего дня. Информатизация и цифровизация бизнес-процессов помогает это время сэкономить, и как результат производительность труда при использовании таких систем возрастает на 25-30 % [4].

3. В качестве отрицательных денежных потоков можно рассматривать затраты на поддержание системы, а именно: заработную плату специалистов, обеспечивающих работоспособность системы.

- распространение (тиражирование) системы программных комплексов на всех объектах компании для достижения стопроцентной эффективности от внедрения технологии;

- ежегодное оформление договоров на оказание услуг сопровождения с разработчиком с целью исправления ошибок при их возникновении либо проведения калибровки программного обеспечения в связи с возможным изменением состава рабочего оборудования.

4. Расчет итогового денежного потока, определяемого в период эксплуатации систем.

Итоговый денежный поток (CF), который получает компания в процессе эксплуатации цифровых систем, можно определить по формуле:

$$CF = \Delta VC + \Delta FC$$

где ΔVC - экономия за счет снижения переменных затрат,

ΔFC - экономия за счет снижения постоянных затрат.

При оценке эффективности любых проектов учет факторов неопределённости и проведение оценки рисков в процессе реализации технологии является важнейшим этапом после определения в проведении инвестиционного анализа.

Любой проект, который имеет значимость в процессе цифровизации всех сфер деятельности общества характеризуется очень четкой взаимосвязью и взаимодополняемостью с функциями информационных технологий. Поэтому для проведения комплексной оценки рисков по внедрению проектов цифровизации в энергетической сфере, необходимо проанализировать возможные препятствия, возникающие со стороны;

а) реализации инвестиционного проекта в сфере энергетики;

б) реализации IT-проекта;

в) реализация прикладного проекта в условиях цифровизации.

Риски при реализации прикладных проектов в условиях мировой цифровизации заключаются в:

1. Риск потери доходности.

2. Риск неоптимальности затратной части.

3. Риск увеличения срока окупаемости.

В области разработки информационных технологий, как и в других сферах, существуют общие проблемы, с которыми сталкивается практически каждый проект. К основным причинам возникновения рисков в процессе реализации IT-проектов являются:

- топ-менеджеры компании не готовы к реформированию бизнес-процессов производства и общей структуры организации;

- отсутствие интереса у руководителей основных дирекций и их прямых подчиненных в увеличении производительности;

- внесение поправок в процессе реализации проекта;

- недостаточная квалификация менеджера и ответственных исполнителей в реализации проектов схожего типа;

- неимение жестко регламентированного порядка ввода информационной системы в использование в условиях функционирования определенной компании.

В общем виде классификация рисков проекта информационных проектов выглядит следующим образом:

1. Риски оценки сроков.
2. Технические риски. Риски, связанные с техникой и ее отказом или сбоем в работе оборудования, существуют в любом IT-проекте.
3. Интеграционные риски.
4. Коммерческие риски.
5. Риски несоблюдения технологии.

Еще одна особенность проектов IT заключается в том, что они реализуются в условиях полнейшей неопределенности [5]. Каждый проект обладает набором своих уникальных целей, и отсутствие опыта внедрения таких проектов является источником неопределенности относительно выбора методов и средств достижения поставленных целей.

При рассмотрении энергетики как отрасли для реализации инвестиционных проектов следует принять во внимание факт того, что все проекты, какими бы не были (строительство объектов, их модернизация, или внедрение новых технологий и программных сервисов) обладают особой социальной ответственностью, и одновременно являются дорогостоящими инвестиционными решениями с длительным сроком окупаемости. «Энергетические» риски, представленные ниже, оказывают прямое влияние на показатели экономической эффективности инвестиционных проектов.

1. Риск изменения стоимости реализации инвестиционного проекта.
2. Риск изменения рыночных цен на электроэнергию и мощность.
3. Риск изменения спроса на электроэнергию (загрузки электростанций).

Описанный механизм позволяет скомбинировать сразу несколько областей возникновения рисков при осуществлении энергетических проектов реализации. Принятие решения о внедрении проекта цифровизации не может быть принято без полноценной оценки и прогноза появления рисков в ходе реализации проекта. Оценку рисков по определенному проекту следует проводить по наихудшему сценарию, то есть с учетом наступления всех видов риска и в случае плачевных показателей эффективности проекта возможно провести повторное рассмотрение с учетом новых изменений до наступления фазы инвестирования.

Список литературы:

1. Бикбулатов, Р. И. Оценка актуальности и эффективности использования интеллектуальных систем в логистической сфере / Р. И. Бикбулатов, О. В. Борисова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 1. – С. 24-27. – EDN GWDJER.
2. Козлов, А. В. Гибридное и инновационное инженерное образование: новые пути развития и подготовки специалистов / А. В. Козлов, О. В. Борисова // Современное инженерное образование: вызовы и перспективы : Материалы III национальной научно-практической конференции, Магнитогорск, 07-08 февраля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 205-209. – EDN CWSNQT.
3. Черненко, И. Г. Оценка экологической эффективности снижения технологического минимума ТЭЦ методом отключения ПВД на примере ТЭЦ-21 филиала "Невский" ОАО "ТГК-1" / И. Г. Черненко, Д. В. Григорьева, И. В. Скворцова // Неделя науки

СПбПУ : материалы научного форума с международным участием. Часть 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015. – С. 140-143.

4. Зеленов, Д. А. Автоматизация объектов отечественного ТЭК в условиях антироссийских санкций / Д. А. Зеленов, О. В. Борисова, К. Х. Гильфанов // X Международная научно-практическая заочная конференция "ЭТАП-2023", посвященная 219-летию КФУ, Набережные Челны, 23 ноября 2023 года. – Набережные Челны: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024. – С. 493-501.
5. Бологова, В. В. Влияние цифровизации на изменение конкурентоспособности предприятий ТЭК / В. В. Бологова, Д. С. Кузьминов // Цифровая трансформация: тенденции и перспективы : Сборник трудов I Международной научно-практической конференции. – Москва: ООО "Издательство "Мир науки", 2022. – С. 180-186.

References:

1. Bikbulatov, R. I. Assessment of the relevance and effectiveness of the use of intelligent systems in the logistics sector / R. I. Bikbulatov, O. V. Borisova // Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences. – 2024. – No. 1. – PP. 24-27. – EDN GWDJER.
2. Kozlov, A.V. Hybrid and innovative engineering education: new ways of development and training of specialists / A.V. Kozlov, O. V. Borisova // Modern engineering education: challenges and prospects : Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference, Magnitogorsk, February 07-08, 2024. Magnitogorsk: Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, 2024. pp. 205-209. EDN CWSNQT.
3. Chernenko, I. G. Assessment of the environmental efficiency of reducing the technological minimum of a CHPP by shutting off LDPE using the example of CHPP-21 of the Nevsky branch of JSC TGC-1 / I. G. Chernenko, D. V. Grigorieva, I. V. Skvortsova // SPbPU Science Week : proceedings of a scientific forum with international participation. Part 1. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2015, pp. 140-143.
4. Zelenov, D. A. Automation of domestic fuel and energy complex facilities in the context of anti-Russian sanctions / D. A. Zelenov, O. V. Borisova, K. H. Gilfanov // X International Scientific and Practical Correspondence Conference "STAGE-2023", dedicated to the 219th anniversary of the KFU, Naberezhnye Chelny, November 23, 2023. Naberezhnye Chelny: Kazan (Volga Region) Federal University, 2024. pp. 493-501.
5. Bologova, V. V. The impact of digitalization on changing the competitiveness of fuel and energy companies / V. V. Bologova, D. S. Kuzminov // Digital transformation: trends and prospects : Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference. – Moscow: Mir Nauki Publishing House, LLC, 2022, pp. 180-186.