

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

М.В. Кожевников, *m.v.kozhevnikov@urfu.ru*

Е.М. Стариков, *e.m.starikov@urfu.ru*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Целью статьи является разработка оригинального методического подхода к оценке экономической эффективности технологического предпринимательства применительно к электроэнергетике – отрасли, роль которой многократно возрастает в период развития высокотехнологичной промышленности и импортозамещения для обеспечения ускоренного экономического роста. Гипотеза авторов заключается в том, что технологическое предпринимательство является экономически эффективным инструментом активизации инновационного процесса за счет локализации и быстрого внедрения разработок внутри энергокомпаний, а также аккумуляции интеллектуального капитала, что имеет повышенную актуальность в условиях дефицита кадров. Исследование базировалось на использовании методов классификации, статистического анализа, экспертных оценок, учета факторов риска и неопределенности при оценке эффективности инноваций. В результате, во-первых, сформирован ландшафт наиболее перспективных прорывных технологий, разрабатываемых в энергетической отрасли малыми технологическими предприятиями и стартапами, и определен спектр бизнес-моделей, которые могут применяться генерирующими, электросетевыми, энергосбытовыми и ремонтными предприятиями в зависимости от типов предоставляемых услуг; во-вторых, обоснована необходимость учета технико-экономических и рыночных отраслевых особенностей таких проектов при оценке их экономической эффективности, в-третьих, предложена оригинальная система соответствующих метрик, учитывающая риски проектов и формы осуществления предпринимательской деятельности. Апробация предложенных рекомендаций проведена на примере предприятия, осуществляющего высокорисковую деятельность по производству роботизированных комплексов для диагностики объектов электроэнергетики. Результаты исследования имеют практическую значимость для энергетических и промышленных предприятий, занимающихся обновлением производственных активов посредством внедрения прогрессивных цифровых, технологических, организационно-управленческих решений, а также освоением новых рыночных ниш.

Ключевые слова: технологическое предпринимательство, электроэнергетика, инновационный процесс, стартап, риски проекта, оценка экономической эффективности

Для цитирования: Кожевников М.В., Стариков Е.М. Экономическая эффективность технологического предпринимательства в электроэнергетике // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2025. Т. 19, № 1. С. 99–111. DOI: 10.14529/em250108

Original article
DOI: 10.14529/em250108

ECONOMIC EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP IN ELECTRIC POWER INDUSTRY

M.V. Kozhevnikov, *m.v.kozhevnikov@urfu.ru*

E.M. Starikov, *e.m.starikov@urfu.ru*

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The paper aims to develop an original methodological approach to assessing the economic efficiency of technological entrepreneurship in the electric power industry. Its role is repeatedly increasing in the era of high-tech industry development and import substitution to ensure accelerated economic

growth. The authors' hypothesis is that technological entrepreneurship is a cost-effective tool for activating the innovation process through localisation, rapid implementation of R&D within power companies, and accumulation of intellectual capital, which is highly relevant in terms of staff shortage. The research is based on classification methods, statistical analysis, expert evaluations, assessment of risk and uncertainty factors in evaluating the innovation efficiency. As a result, firstly, the authors have formed the scope of the most promising breakthrough technologies being developed in the energy sector by small technological enterprises and startups, and defined the range of business models that can be used by generating, power grid, power supply and service companies depending on the types of services provided; secondly, they have grounded the need to take into account the technical, economic and market industry specifics of such projects when assessing their economic efficiency, and thirdly, they have proposed a range of business models that can be used in the production of robotic complexes for diagnostics of energy facilities. The proposed recommendations have been tested on the example of the company engaged in high-risk activity in the production of robotised complexes for diagnostics of electric power facilities. The results of the study have practical significance for energy and industrial facilities engaged in the renewal of production assets by introducing advanced digital, technological, organisational, management solutions, and the development of new market niches.

Keywords: technological entrepreneurship, electric power industry, innovation process, startup, project risks, economic efficiency assessment

For citation: Kozhevnikov M.V., Starikov E.M. Economic efficiency of technological entrepreneurship in electric power industry. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2025, vol. 19, no. 1, pp. 99–111. (In Russ.). DOI: 10.14529/em250108

Введение

В ближайшие годы развитие электроэнергетики России будет происходить под влиянием ряда факторов, увеличивающих экономическую нагрузку на отрасль. Во-первых, электроэнергетика страны требует комплексной модернизации, выражающейся в глубоком обновлении производственного аппарата, ликвидации высочайшего физического износа основных фондов, в особенности в электрических сетях и коммунальной энергетике. Во-вторых, в ситуации санкционного давления в отрасли активизируется развертывание программ импортозамещения и создания инновационных предприятий (в первую очередь в секторе энергомашиностроения), занимающихся производством силового и вспомогательного оборудования для электростанций и электросетевых объектов на отечественной компонентной базе. В-третьих, продолжится внедрение все более дорогостоящих цифровых решений, обеспечивающих реализацию принципиально новых форм взаимодействия энергокомпаний с потребителями. Наконец, отрасль уже столкнулась со значительным дефицитом высококвалифицированных кадров (как инженеров, так и руководителей), для восполнения которых предприятия начинают задействовать разнообразные финансовые рычаги; однако уже сегодня понятно, что стоимость трудовых ресурсов будет возрастать.

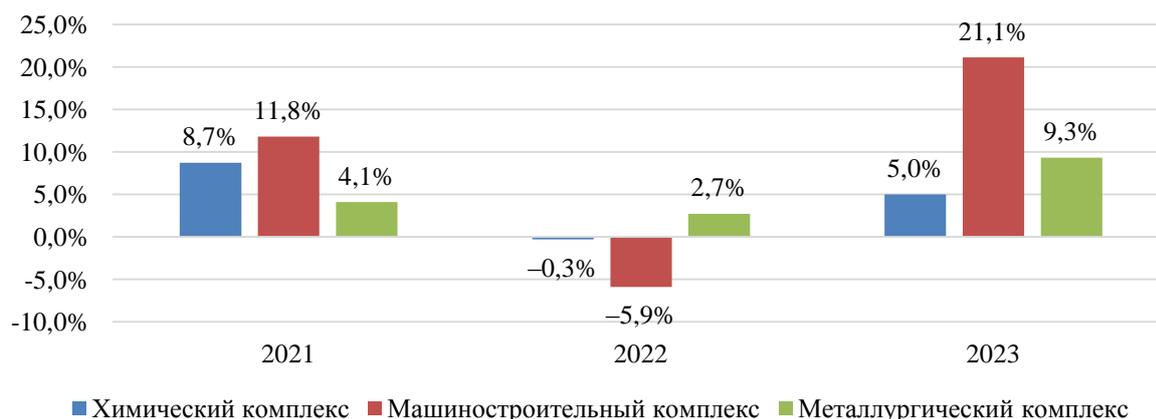
При этом экономике страны потребуется все большие объемы производства электроэнергии, что обусловлено высокими темпами роста энергоемких отраслей промышленности – в первую очередь, химического, металлургического и машиностроительного комплекса (рис. 1).

В самой электроэнергетике наблюдается тенденция к росту энергопотребления на «собственные нужды», во многом обусловленная активным созданием дата-центров и возрастающими объемами постоянной обработки данных. Дополнительный рост электропотребления будет наблюдаться в секторе криптомайнинга, который совсем недавно был легализован на уровне государства¹. В целом можно констатировать, что объемы электропотребления в стране продолжают расти существенными темпами (рис. 2).

Очевидно, что для обеспечения опережающего развития отрасли потребуется большое количество экономических ресурсов и значительные инвестиционные вливания, объем которых невозможно покрыть только за счет тарифных механизмов, особенно учитывая, что для населения (самой незащищенной группы потребителей) тарифы будут оставаться на предельно низком уровне, компенсируемом за счет крупных предприятий посредством перекрестного субсидирования [1].

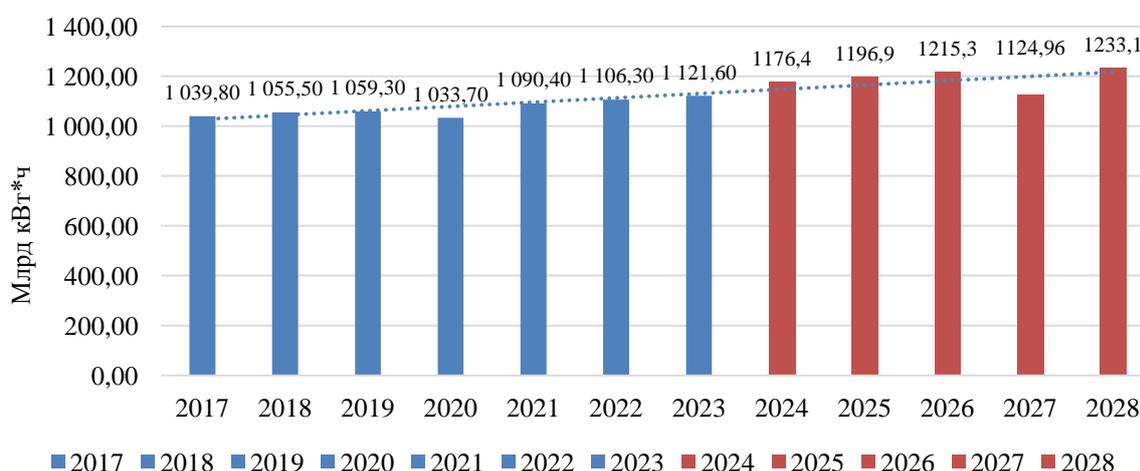
Государственные программы развития электроэнергетики, такие как ДПМ 2.0, в какой-то степени решают проблему, но они нацелены на строительство новых или техническое перевооружение имеющихся генерирующих объектов большой мощности; охват таких программ не затрагивает, например, электрические сети, а также сферу

¹ Тадтаев Г., Пашкова Л. Путин легализовал майнинг криптовалют // РБК. 2024. URL: <https://www.rbc.ru/finances/08/08/2024/66b4bedd9a79475ba2bf3f9f> (дата обращения 24.02.2025)



■ Химический комплекс ■ Машиностроительный комплекс ■ Металлургический комплекс

Рис. 1. Динамика роста энергоемких отраслей промышленности, в % к предыдущему году (составлено по годовому отчету Министерства экономического развития Российской Федерации*)
 * Министерство экономического развития Российской Федерации. О динамике промышленного производства. Итоги 2023 года. [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/fb0c841a059708b397b444a18ee41ffb/o_dinamike_promyshlennogo_proizvodstva_itogi_2023_goda.pdf?ysclid=m2w4vrgt6d63551308 (дата обращения: 24.02.2025)



■ 2017 ■ 2018 ■ 2019 ■ 2020 ■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ 2024 ■ 2025 ■ 2026 ■ 2027 ■ 2028

Рис. 2. Прогноз объемов энергопотребления в России до 2028 года (составлено по годовому отчету ЕЭС России 2023¹, публикация журнала «Энергия без границ»²)
¹ Тадтаев Г., Пашкова Л. Путин легализовал майнинг криптовалют. // РБК. – 2024. URL: <https://www.rbc.ru/finances/08/08/2024/66b4bedd9a79475ba2bf3f9f> (дата обращения 24.02.2025)
² Шестилетний горизонт // Энергия без границ. 2023. № 1 (78). URL: <https://ira0-engineering.ru/upload/iblock/f69/3njxoh2fd8wgv7btm5mc1pufe83n1juy/1.2023.pdf> (дата обращения: 24.02.2025)

производства чувствительных электротехнических компонентов или приборов, применяющихся в диагностике состояния активов [2, 3]. Следовательно, в электроэнергетике резко возрастает актуальность выработки новых решений инвестиционной проблемы, которые, с одной стороны, могли бы способствовать активизации инновационного процесса (как в отрасли в целом, так и на уровне отдельных энергокомпаний), а с другой – аккумулировать для этой цели уже имеющиеся доступные финансовые, человеческие, технические ресурсы, которые можно применить для воспроизводства инноваций.

В этой связи некоторые энергетические компании увеличивают долю нетарифных видов услуг

в общем объеме выручки от операционной деятельности. Рассмотрим в качестве примера отдельные филиалы группы компаний «Россети» (рис. 3).

Следует заметить, что под нетарифными видами деятельности, как правило, понимаются весьма традиционные для электроэнергетики мероприятия: техобслуживание и ремонт сетей потребителей (например, сетей наружного освещения), строительные-монтажные работы, энергоаудит и реализация мероприятий по повышению энергоэффективности, услуги по размещению оборудования на сетевых объектах (например, для развития цифровой связи в удаленных районах). Реализация этих сервисов положительно влияет на фи-

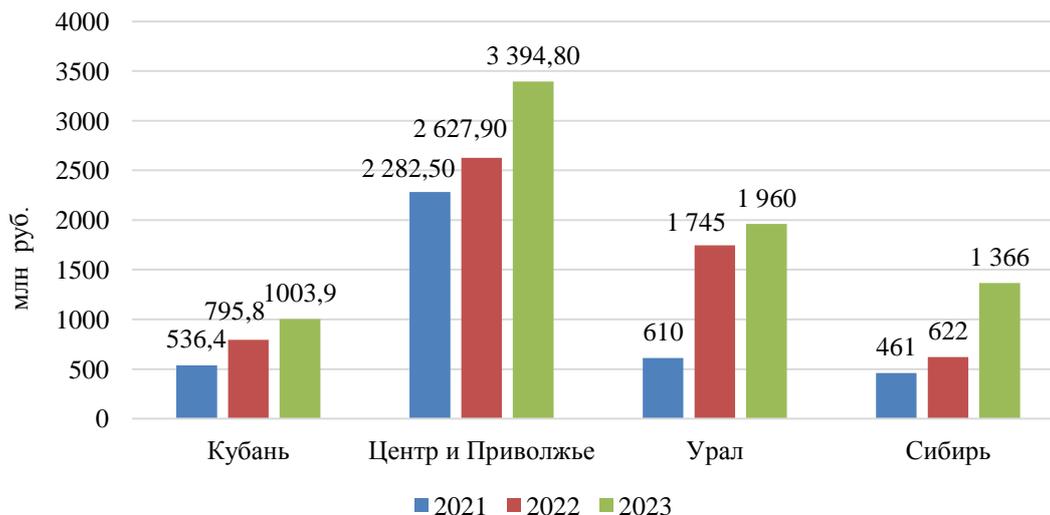


Рис. 3. Объемы выручки от реализации дополнительных (нетарифных) услуг (предложено авторами)

нансовую стабильность компаний, однако не предполагает активного внедрения инноваций, требуемых в контексте задачи технологического прорыва, и в качестве механизма предлагается рассмотреть технологическое предпринимательство – концепцию, весьма успешно зарекомендовавшую себя в практике зарубежных стран.

Технологический предприниматель воплощает новейшие научно-технические знания, открытия, изобретения, свои или заимствованные, в бизнес-идее, как правило, реализуемой в форме стартапа, которым он управляет и принимает на себя связанный с ним риск. При этом считается, что технологическое предпринимательство оказывает влияние не только на рост бизнеса, но и на формирование новых рынков. Применительно к электроэнергетике это также означает, что энергокомпания, занимающиеся инновационной предпринимательской деятельностью, должны активно развивать так называемые нетарифные виды бизнеса, для которых сегодня открываются широкие рыночные возможности [4].

Однако реализация проектов технологического предпринимательства и стартапов в электроэнергетике сталкивается с рядом проблем, среди которых отмечают: общую консервативность в отношении сторонней бизнес-деятельности, сложности с оценкой экономических эффектов, достигаемых в результате осуществления таких инициатив. Поэтому в данной статье предпринимается попытка ликвидировать обозначенный пробел в теоретических знаниях.

Целью статьи является разработка оригинального методического подхода к оценке экономической эффективности технологического предпринимательства применительно к электроэнергетике – отрасли, роль которой многократно возрастает в

период развития высокотехнологичной промышленности и импортозамещения для обеспечения ускоренного экономического роста, а также апробировать его применительно к проектам создания роботизированного оборудования для диагностики электрических сетей – направления, представляющего большой интерес для региональной энергетики. Гипотеза авторов заключается в том, что технологическое предпринимательство является экономически эффективным инструментом активизации инновационного процесса за счет локализации и быстрого внедрения разработок внутри энергокомпаний, а также аккумуляции интеллектуального капитала, что имеет повышенную актуальность в условиях дефицита кадров.

Теория и методы

Феномен предпринимательства изучен научным сообществом достаточно глубоко, его определяют как высокорисковый вид деятельности, в ходе которого один человек или группа единомышленников стремятся создать с помощью финансовых, интеллектуальных и человеческих ресурсов дополнительную ценность, реализовать ее в товаре, обращаемом на конкретном рынке, и обеспечить тем самым рост своей организации. Разновидностью данного феномена является технологическое предпринимательство (ТП), отличительная черта которого – достижение целевых показателей (например, уровня готовности технологии (УГТ) или доли рынка) с помощью активизации инновационного процесса и создания прорывных технологий. Как правило, в нем принимают участие технологические предприниматели, научные сообщества, инвесторы и представители регулирующих органов, формирующие институциональную среду и инфраструктурное обеспечение инновационной деятельности (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика субъектов технологического предпринимательства (предложено авторами)

Наименование субъекта	Функции
Технологические предприниматели	Аккумуляция ресурсов, необходимых для осуществления предпринимательства. Создание прорывных технологий. Вывод технологии на рынок/ее продажа более крупному игроку
Ученые и их коллективы	Генерация новых научных знаний. Обучение / подготовка профессиональных кадров. Научные консультации. Проведение исследований
Инвесторы	Поиск и финансирование перспективных проектов. Помощь в привлечении консультантов при возникновении проблем у команды
Регуляторы	Формирование нормативно-правовой базы и налоговой политики, стимулирующей интерес к ТП. Обеспечение предпринимателей инфраструктурой, повышающей эффективность их деятельности

За последние годы особая форма технологического предпринимательства – стартап – стала одним из главных источников инноваций в современной экономике. Новые малые предприятия производят в 24 раза больше новаторских идей на один доллар, затраченный на научно-технологические исследования, чем все организации из списка Fortune 500 [5]. Основная цель деятельности стартапов – взрывной рост и максимально быстрое достижение целевых показателей за счет разработки и использования технологий, позволяющих преобразовать существующие бизнес-модели. В результате на рынке происходят кардинальные перемены, а небольшие компании становятся крупными игроками, занимающими лидирующие рыночные позиции. Таким образом, стартап имеет характер временной организации, в конце жизненного цикла которой предполагается либо ликвидация организации, в том числе путем продажи стартапа, либо ее преобразование в крупный бизнес (рис. 4).

Доля стартапов, разрабатывающих решения для энергетики, является весьма скромной – 2,1 %,

хотя нельзя не отметить, что в последнее десятилетие наблюдается тренд на рост показателей данного сегмента – увеличивается как количество создаваемых стартапов, так и объем привлекаемых ими инвестиций. Большая часть технологий, которые разрабатываются командами предпринимателей, сфокусированы на альтернативных источниках энергии и энергоэффективности (рис. 5).

Одним из факторов, сдерживающих активизацию инновационного процесса в электроэнергетике и появление большего числа технологических компаний, является низкая инвестиционная привлекательность энергетического сектора, выражающаяся главным образом в длительных сроках окупаемости капиталовложений и меньшего по сравнению, например, со сферой услуг, ритейлом или хай-тек индустриями уровня рентабельности [6]. Традиционный для отрасли способ создания инноваций компенсирует высокую стоимость их разработки за счет поиска партнеров, которые бы разделили риски, и эффект масштаба от ее массового использования. С одной стороны, такой подход позволяет реализовывать проекты, которые



Рис. 4. Стадии жизненного цикла стартапа (составлено по [5])

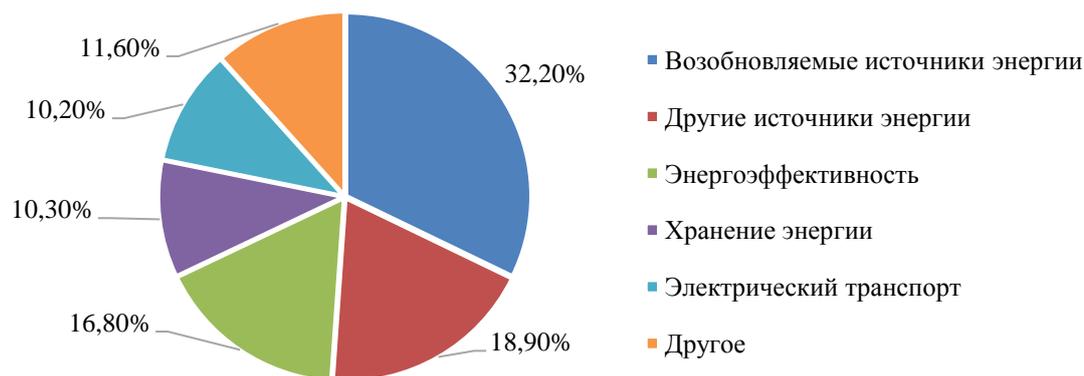


Рис. 5. Виды технологий, разрабатываемых стартапами в энергетике (составлено по [6])

являются важными для общества, но имеющие долгий срок окупаемости, с другой – сложнее найти инвестиции для рискованных инициатив, успех которых сложно прогнозировать.

Именно поэтому острою необходимость приобретает использование новых подходов, которые бы могли обеспечивать создание большего количества прорывных технологий, и имели удовлетворительный экономический эффект. При этом следует отметить, что традиционный способ оценки экономической эффективности инвестпроектов в энергетике не учитывает особенности новых форм бизнеса и нуждается в совершенствовании.

Как правило, для оценки экономической эффективности инвестиционных проектов использу-

ют следующие количественные критерии: чистый дисконтированный доход (ЧДД, NPV), внутренняя норма доходности (ВНД, IRR), дисконтированный период окупаемости (ДПО, DPB). Существует множество методик, каждая из которых отражает особенности проектов, оценку которых необходимо провести (табл. 2).

Подчеркнем, что на инвестиционные проекты в электроэнергетике влияет ряд специфических факторов, которые не позволяют применять стандартные методы оценки в их первоначальном виде и требуют модификации (табл. 3).

Перечисленные выше факторы приводят к тому, что проекты в отрасли имеют долгие сроки окупаемости (могут достигать 10 лет и более),

Таблица 2

Многообразие методик оценки экономической эффективности инвестиционных проектов (составлено по [7, 8])

Наименование	Основные принципы	Используемые показатели
Методика компании E&Y	Использование официальных статистических данных, например, средние цены на энергию и стройматериалы (чтобы избежать преднамеренных искажений). Применяется при расчете бизнес-планов инвестиционных проектов	Скорректированная текущая стоимость (APV) – NPV, скорректированный на сумму финансовых расходов на выпуск акций
Метод «затраты-выгоды»	Вычисление чистой текущей стоимости осуществления инвестиционного проекта, основываясь на расчете чистой дисконтированной стоимости	NPV, IRR
Методика ЮНИДО	Методика нацелена на оценку следующих эффектов от проекта: прибыль инвестора, возможность использования имеющихся в регионе ресурсов, соотношение регионального спроса и предложения, распределение доходов	NPV, IRR
Методология МАГАТЭ	Методика, основанная на подходе ЮНИДО, применяется в электроэнергетике для оценки минимального тарифа на электроэнергию. Критерием эффективности проекта в данном случае выступает приведенная стоимость электроэнергии – оптимальный тариф, который со временем сможет полностью вернуть инвестиции	NPV, IRR, DPB

* Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утв. Госстроем РФ, Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31.03.1994 № 7-12/47).

Таблица 3

Отраслевые особенности, влияющие на эффективность инвестиционных проектов (составлено по методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов*, [9])

Фактор	Описание
Уникальный социальный статус	Электроэнергия – товар, не имеющий субституттов и обладающий высокой степенью значимости для потребителей (как бытовых хозяйств, так и промышленных потребителей). В связи с этим возникают повышенные требования к надежности и техническому состоянию используемого оборудования, а также необходимость соответствовать стандартам надежности (экологичность, своевременное и качественное обеспечение электроэнергией потребителей)
Стратегический характер отрасли	Государство придает большое значение безопасности отрасли и уделяет особое внимание ее регулированию. Это приводит к тому, что к инвесторам предъявляются повышенные требования, что затрудняет поиск финансирования
Тарифы на электроэнергию замедляют темп возврата инвестиций	Энергокомпания не может максимизировать свою маржинальность и за счет этого ускорить темпы возврата инвестиций. Несмотря на существующие различия на розничном и оптовом рынках, цена на электроэнергию во многом зависит от государственной политики
Высокая капиталоемкость проектов	Финансовая, организационная и техническая сложность проектов требует привлечения большого количества инвестиций, поэтому пул компаний, который способен их осуществить, ограничен. Более того, этот фактор влечет увеличение рисков, следовательно, нужно искать партнеров, которые могли бы их разделить (как правило в роли соответствующего демпфера выступает государство)

* Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (утв. Госстроем РФ, Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31.03.1994 № 7-12/47)

низкие нормы доходности по сравнению с другими секторами экономики, высокую степень вовлечения регулятора. Существует ряд государственных программ, нацеленных на сглаживание эффекта от данных негативных факторов, однако они, как правило, направлены на объекты «большой энергетики», в частности, проекты технического перевооружения энергетических предприятий, либо нового строительства энергообъектов. Небольшие компании и стартапы, занимающиеся инновационными технологиями, как правило, в эти программы не попадают. В результате им приходится конкурировать за внимание инвесторов с предпринимателями из других отраслей, ведение бизнеса в которых проще и где проекты обладают более короткими сроками окупаемости. Все вышесказанное сказывается на характере инноваций, разрабатываемых технологическими предприятиями в энергетике.

Использование данные рис. 5 позволяет сделать вывод, что большая часть участников рынка сосредоточена на разработке решений для возобновляемых источников энергии, электрификации транспорта, энергоэффективности и хранения энергии. Однако существуют компании, занимающиеся прорывными технологиями и инновационными бизнес-моделями и в других областях (табл. 4).

Новые бизнес-модели вносят изменения в деятельность энергетических компаний: появляются продукты и услуги, которые не являются

профильными, однако имеют важную дополнительную ценность для потребителя. Они могут не всегда прямо влиять на конечную стоимость электроэнергии, а, например, качественно менять опыт взаимодействия с компанией, что также является конкурентным преимуществом и точкой роста для энергетического бизнеса. Вместе с этим возникают новые статьи расходов и доходов, которые не всегда можно корректно подвести под традиционные методы оценки экономической эффективности проектов. Если существующие компании могут решить такую задачу, выводя новые направления бизнеса в отдельную ветвь или относя затраты на проект в расходы по модернизации оборудования, то оценка инвестиционной эффективности создаваемых с нуля инновационных компаний требует доработки существующих подходов.

Результаты

Ниже сформулированы основные положения методики оценки экономической эффективности технологического предпринимательства в электроэнергетике.

Результатом деятельности технологического предпринимательства является создание аналоговых и цифровых инноваций (или их сочетание). Оценить экономический эффект от инвестиций в них можно, воспользовавшись формулой ROI, которая показывает отношение прибыли или убытков по отношению к сумме инвестиций. В данном случае формула будет выглядеть так:

Инновационные бизнес-модели технологического предпринимательства в энергетике
(составлено автором на основе [10–15])

Бизнес-модель	Описание	Сфера энергетики
Энергосервисные компании (ЭСКО)	Предоставление широкого спектра сервисов: финансирования, проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания низкоуглеродных энергетических проектов, управления электропотреблением. Как правило, доход ЭСКО напрямую зависит от экономии энергии, достигаемой на объектах потребителей в результате мероприятий по повышению энергоэффективности	Генерация, ремонтные компании
Мультисервисные провайдеры	«Пакетирование» услуг по энерго, газо-, водоснабжению, телекоммуникациям, услугам связи, развлечений, страхования, анализа данных. Эти многочисленные сервисы могут предоставляться в рамках единого или отдельных контрактов	Сбыт
Агрегаторы спроса	Управление энергетическими режимами и потребительским поведением группы клиентов, отслеживая их спрос и требования Системного оператора в режиме реального времени. Эти организации предлагают разнообразные цифровые услуги для повышения гибкости спроса, такие как реагирование на спрос, хранение энергии, управление нагрузкой электромобилей	Сбыт
Просьюмеры	Модель активного участия в энергорыночных процессах: одновременное совмещение статусов потребителей и производителей энергии	Генерация, электрические сети, сбыт
P2P-обмен энергией	Первая форма – торговля энергией между потребителями за счет использования специализированных платформ. Вторая – предоставление коммерческим клиентам наилучшего сочетания типов энергетических мощностей и тарифов. Третья – свободная торговля электроэнергией на конкретной территории (в пределах локальной энергосистемы) без привлечения инфраструктуры рынка	Электрические сети
Модель «продуктовых инноваций»	Реализация электроэнергии и инновационных решений для клиентов, например: технологий генерации с помощью «зеленых» источников энергии, установки интеллектуальных счетчиков и термостатов, строительство инфраструктуры зарядки электротранспорта. В такой модели клиент мотивирован осуществлять контроль за своим потреблением энергии и участвовать в обеспечении надежности сети за счет покупки у энергокомпании инновационных решений	Генерация, электрические сети, сбыт, ремонтные компании
Хранение энергии	Реализация услуг аккумулирования и накопления энергии для промышленных, коммерческих и частных клиентов. Потребители могут объединяться, образуя большой пул емкости хранения. Коммунальные компании сотрудничают с производителями аккумуляторов для установки систем хранения в домах, которые можно приобрести или взять в аренду. Взамен потребители разрешают использовать системы хранения в виртуальной электростанции	Генерация, электрические сети
Решения на основе интернета вещей	Установка датчиков, подключенных к Интернету, на различных энергопотребляющих приборах (кондиционерах, системах вентиляции и отопления, проводке, водонагревательных бойлерах). Датчики сигнализируют об их потенциальном выходе из строя. Поскольку такие решения становятся все более доступными, конкурентами энергетических компаний становятся непрофильные организации (коммунальные, страховые)	Сбыт, ремонтные компании

$$ROI_I = \frac{I_1}{C_1}, \#(1)$$

где I_1 – финансовый результат от инноваций, C_1 – затраты на инновации.

Стоит заметить, что данные показатели в инновационных проектах являются более разнообразными, чем традиционные капитальные вложения и дополнительные денежные потоки (табл. 5). Для оптимальной оценки экономической эффективности необходимо подбирать наиболее подходящие для проекта.

Таблица 5
Распространенные показатели инновационной активности (составлено по [5])

Финансовый результат	Затраты на инновации
Доход, получаемый от реализации инновации как продукта	Затраты на НИОКР (разработку инновационных проектов)
Величина сокращенных операционных издержек компании на осуществление бизнес-процесса, в который внедрили инновацию	Удельные затраты на приобретение лицензий, патентов
Величина увеличения дохода от продажи основного продукта/услуги благодаря внедрению инноваций	Затраты на приобретение инновационных фирм
Рост стоимости компании в результате улучшения пользовательского опыта потребителей	Величина инвестиций в инновационные компании/стартапы

Изучим влияние отраслевых особенностей на оценку экономической эффективности. В работе Харитонов В.В. и Молоканова Н.А. рассматривается методология оценки инвестиционных проектов, рекомендованная Международным агентством по атомной энергии [8]. В электроэнергетике стремятся к принципу «быстро строим и долго эксплуатируем», что подразумевает влияние на экономическую эффективность не только суммы капитальных вложений, но и общего срока эксплуатации оборудования (для отрасли – достаточно долгого) и затрат на нее. Получается следующая формула полных приведенных затрат:

$$Z = K + \frac{Y}{p}, \#(2)$$

где K – капитальные затраты, Y – эксплуатационные затраты, p – срок эксплуатации оборудования.

Несмотря на то, что энергетика стремится как можно дольше эксплуатировать оборудование, для расчета инвестиционной эффективности проекта данный срок ограничен и равен сроку физического устаревания технологии. Так, внутренняя норма доходности определяется следующим образом:

$$ROI_I = \frac{I_1}{K + \frac{Y}{p}} \#(3)$$

Рассмотрим в качестве примера инновационный энергетический стартап, занимающийся диагностикой электрических сетей с помощью роботизированного оборудования – беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных оборудованием для комплексной контактной диагностики и обслуживания воздушных линий электропередач 35–550 кВ. Уникальная конструкция позволяет садиться на провод без снятия напряжения и проводить видеомониторинг, лазерное сканирование, магнитную дефектоскопию, установку ремонтного оборудования и диагностику смежных элементов ЛЭП.

Имея в виду характер деятельности организации, в качестве финансового результата используем дисконтированный денежный поток. Итоговая формула оценки экономической эффективности инновационных проектов в электроэнергетике выглядит следующим образом:

$$ROI_I = \frac{\sum_t \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{K + \frac{Y}{p}}, \#(4)$$

где CF – денежный поток, t – количество денежных периодов поступлений.

Далее рассчитаем ставку дисконтирования. Применение классических премий за риск при рассмотрении инновационных проектов в энергетике не оптимально, поскольку необходимо отразить в расчетах как характер деятельности, так и отраслевую специфику. Поэтому необходимо модернизировать формулу:

$$r = i + R_{in} + R_{reg}, \#(5)$$

где i – безрисковая ставка; R_{in} – премия за риск осуществления инновационного проекта в электроэнергетике, R_{reg} – премия за региональные особенности осуществления технологического предпринимательства.

Для определения премии за отраслевую специфику использовался метод экспертных оценок. Тридцати одному респонденту было предложено оценить степень риска создания инноваций в каждой из пяти областей электроэнергетики. Результатом стало среднее значение, которое отражено в расчете ставки дисконтирования (табл. 6).

С целью расчета премии за региональные риски обратимся к авторской методологии оценки потенциала инфраструктуры регионов к осуществлению технологического предпринимательства [14]. Расчет произведен по федеральным округам: Уральскому (УрФО), Центральному (ЦФО), Северо-Западному (СЗФО), Сибирскому (СФО), Дальневосточному (ДВФО). На первом этапе методики проводился опрос экспертов в области энергетики, которым было предложено выбрать показатели, отражающие степень зрелости региональной инфраструктуры технологического предпринимательства.

Таблица 6

Распределение премий за риск, в зависимости от характера инноваций (предложено авторами)

Группа	Характеристика	Величина премии
Группа А	Внедрение «умных» датчиков в существующие системы	2 %
Группа Б	Создание и внедрение цифровых технологий	3 %
Группа В	Проведение диагностики оборудования с помощью робототехники и цифровых технологий	4 %
Группа Г	Установка и эксплуатация генерирующих установок на основе возобновляемых источников энергии	7 %
Группа Д	Создание прорывных технологий генерации энергии	15 %

тельства. В результате были выбраны следующие: доля инвестиций в инновационные проекты в общем объеме инвестиций в регионе, доля инвестиций в технологические стартапы среди инновационных проектов, активность акселераторов в регионе, доля венчурных инвестиций в энергетику, доля затрат на научные услуги в общем объеме инвестиций в регионе, доля затрат на прикладные исследования и разработки в общем объеме затрат на исследования. Для расчетов использовались данные федеральной статистики, отчеты аудиторских компаний, бизнес-инкубаторов и акселераторов. На следующем этапе экспертам было предложено проранжировать показатели по степени важности, в результате чего им были присвоены веса. В заключении производился расчет интегрального показателя, который отражает уровень простоты/сложности осуществления технологического предпринимательства в том или ином регионе.

При оценке инвестиционных проектов данное явление рассматривается как риск, который необходимо учесть в ставке дисконтирования (табл. 7).

Рассчитаем итоговую экономическую эффективность проекта при следующих показателях: сумма инвестиций – 23 млн рублей, $R_{in} = 4\%$, $R_{reg} = 10\%$, $i = 8,65\%$, срок эксплуатации – 4, 6 и 8 лет (табл. 8).

Полный возврат инвестиций произойдет после 8 лет эксплуатации оборудования, что является достаточно привычными сроками для энергетики, однако для других отраслей данный проект является недостаточно привлекательным. Улучшить показатели можно, диверсифицировав направления бизнеса: вывод основного продукта на новые рынки, где также требуется диагностика с помощью БПЛА, осуществляя обучение по использованию подобной техникой. Данные мероприятия приведут к увеличению денежного потока, что позволит быстрее вернуть инвестиции и увеличить прибыль инвестора.

Обсуждение и выводы

Пока что технологическое предпринимательство не является распространенным в энергетике инструментом для активизации инновационной деятельности. Тем не менее, потребность в разработке и внедрении инноваций будет только увеличиваться из-за возрастающей нагрузки на электроэнергетику, на которую влияют повсеместное распространение цифровых технологий, повышение энергоемкости производств. Отрасли потребуются масштабная технологическая модернизация, которая дополнительно усложняется беспрецедентным санкционным давлением и дефицитом высококвалифицированных кадров.

Таблица 7

Премия за риск в зависимости от степени зрелости инфраструктуры технологического предпринимательства в энергетике (составлено по [16])

Показатель	Свердловская обл.	УрФО	ЦФО	СЗФО	СФО	ДФО
Интегральный показатель	0,436	0,431	0,440	0,356	0,319	0,325
Премия за риск	10 %	10 %	12 %	8 %	7 %	8 %

Таблица 8

Расчеты показателей (предложено авторами)

Искомый показатель	Значение показателя, в зависимости от срока эксплуатации оборудования		
	$t = 4$	$t = 6$	$t = 8$
ROI_t	0,45847742	0,74961284	1,01036545

Внедрение технологического предпринимательства в энергокомпаниях должно начаться в ближайшей перспективе, поэтому необходимо рассматривать данный вопрос не только с позиции теоретических исследований, но и практического внедрения. Данная статья решает задачу модернизации методики оценки экономической эффективности для технологического предпринимательства в энергетике, предлагая следующий инструментарий: возможность оценить влияние отраслевых и региональных факторов, которые отражены в качестве рисков, используемых при расчете ставки дисконтирования. Для определения их величины использовался метод экспертной оценки, к которой как привлекались специалисты из электроэнергетики, так и существующие исследования консалтинговых агентств. Также показаны отличия от стандартных критерии экономического эффекта от инноваций и затрат на их создание/

внедрение. Влияние отраслевых и региональных факторов отражено при определении степени зрелости инфраструктуры технологического предпринимательства в энергетике.

Полученный результат апробирован на технологическом стартапе, занимающемся диагностической электрических сетей с помощью БПЛА. Показано, как особенности отрасли влияют на его деятельность, даны рекомендации для повышения инвестиционной привлекательности проекта. Данная методика может быть масштабирована и на другие проекты, однако могут возникать ограничения, связанные с закрытостью данных многих компаний в энергетике. Для дальнейшего совершенствования методики необходимо тесное сотрудничество с энергетическими компаниями, которые могли бы предоставить доступ к информации о своей инновационной деятельности.

Список литературы

1. Пальянов М.Н. Механизм «сглаживания» перекрестного субсидирования между субъектами РФ как основа концепции создания единых энергозон в России // Российское конкурентное право и экономика. 2022. № 3(31). С. 80–87. DOI 10.47361/2542-0259-2022-3-31-80-87. EDN: QEGHNV.
2. Жилина Д.М. Проблемы и перспективы развития рынка возобновляемых источников энергии в России // Новая экономика, бизнес и общество: Сборник материалов Апрельской научно-практической конференции молодых исследователей, Владивосток, 11 апреля – 19 мая 2022 года. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2022. С. 376–382. EDN: YILJFK.
3. Бородин А.Е. Анализ барьеров развития электроэнергетики России: история вопроса, современное состояние и перспективы // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2024. № 1. С. 74–81. DOI: 10.24143/2073-5537-2024-1-74-81. EDN: TLCOJA.
4. Янченко Е.В., Храмов А.В. Цифровизация как инструмент активизации инновационного потенциала предприятий энергетической отрасли // Экономика, менеджмент, сервис: современные проблемы и перспективы: материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 09–10 ноября 2023 года. Омск: Омский государственный технический университет, 2023. С. 213–220. EDN: CDHLWT.
5. Гительман Л.Д. Менеджмент, опережающий время. Прорыв к цифровой индустрии 4.0. М.: СОЛОН-Пресс, 2020. 300 с. EDN: FTQDYT.
6. International Energy Agency. Energy Start-up Data Explorer. 2024. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-start-up-data-explorer> (дата обращения: 24.02.2025)
7. Кириллов Ю.В., Досуева Е.Е. Методика оценки коммерческой эффективности инвестиционных проектов // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 32 (335).
8. Харитонов В.В., Молоканов Н.А. Аналитическая модель эффективности инвестиционных проектов в энергетике // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №16 (319).
9. Покровская Ю.С. Финансовые риски в энергетике: отраслевые особенности, проблемы оценки, методы управления // Человек. Общество. Культура. Социализация: материалы XIV Всероссийской (с международным участием) молодежной научно-практической конференции, Уфа, 19–20 апреля 2018 года. Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2018. Т. 2. С. 90–94. EDN: XZGNWN.
10. Кожевников М.В. Энергосервисные рынки. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2021. 139 с. EDN: ZMKEZZ.
11. Patti E. et al. multiflex: Flexible multi-utility, multi-service smart metering architecture for energy vectors with active prosumers // 2015 International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS). IEEE, 2015. С. 1–6.
12. Шибачев Ю.С. Технологии ценозависимого потребления и агрегаторы управления спросом // Экономические и социальные аспекты развития энергетике: Пятнадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы конференции: в 6 т., Иваново, 07–10 апреля 2020 года. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2020. Т. 6. С. 61. EDN: LJHUQR.

13. Zafar R. et al. Prosumer based energy management and sharing in smart grid // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. V. 82. C. 1675–1684. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.018
14. Zhou Y., Lund P. D. Peer-to-peer energy sharing and trading of renewable energy in smart communities – trading pricing models, decision-making and agent-based collaboration // *Renewable Energy*. 2023. V. 207. C. 177–193. DOI: 10.1016/j.renene.2023.02.125
15. Hossein Motlagh N. et al. Internet of Things (IoT) and the energy sector // *Energies*. 2020. V. 13, no. 2. C. 494. DOI: 10.3390/en13020494
16. Стариков Е.М. Развитие технологических стартапов в энергетике: оценка инфраструктурного потенциала регионов России // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2023. № 11(229). С. 58–71. DOI: 10.46554/1993-0453-2023-11-229-58-71. EDN: IYGJGM.

References

1. Palyanov M.N. The mechanism of “smoothing” cross-subsidization between the subjects of the Russian Federation as the basis for the concept of creating unified energy zones in Russia. *Russian competition law and economics*, 2022, no. 3 (31), pp. 80–87. (In Russ.) DOI: 10.47361/2542-0259-2022-3-31-80-87. EDN: QEGHBV.
2. Zhilina D.M. Problems and prospects for the development of the renewable energy market in Russia. *New economy, business and society: Collection of materials of the April scientific and practical conference of young researchers*. Vladivostok, 2022, pp. 376–382. (In Russ.) EDN: YILJFK.
3. Borodin A.E. Analysis of barriers to the development of the electric power industry of Russia: history of the issue, current state and prospects. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, 2024, no. 1, pp. 74–81. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5537-2024-1-74-81. EDN: TLCOJA.
4. Yanchenko E.V., Khramov A.V. Digitalization as a tool for activating the innovative potential of enterprises in the energy sector. *Economy, management, service: modern problems and prospects: Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference*. Omsk, 2023, pp. 213–220. (In Russ.) EDN: CDHLWT.
5. Gitelman L.D. *Menedzhment, operezhayushchiy vremya. Proryv k tsifrovoy industrii 4.0* [Management ahead of its time. Breakthrough to digital industry 4.0]. Moscow, 2020. 300 p. EDN: FTQDYT.
6. *International Energy Agency. Energy Start-up Data Explorer*, 2024. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-start-up-data-explorer> (accessed: 02/24/2025)
7. Kirillov Yu.V., Dosuzheva E.E. Methodology for assessing the commercial efficiency of investment projects. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 32 (335). (In Russ.)
8. Kharitonov V.V., Molokanov N.A. Analytical model of the efficiency of investment projects in the energy sector. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 16 (319). (In Russ.)
9. Pokrovskaya Yu.S. Financial risks in the energy sector: industry features, assessment problems, management methods. *Man. Society. Culture. Socialization: Proceedings of the XIV All-Russian (with international participation) youth scientific and practical conference*. Ufa, 2018, vol. 2, pp. 90–94. (In Russ.) EDN: XZGNWH.
10. Kozhevnikov M.V. *Energoservisnye rynki* [Energy service markets]. Ekaterinburg, 2021. 139 p. EDN: ZMKEZZ.
11. Patti E. et al. multiflex: Flexible multi-utility, multi-service smart metering architecture for energy vectors with active prosumers // 2015 International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS). IEEE, 2015. P. 1–6.
12. Shibachev Yu.S. Technologies of price-dependent consumption and demand management aggregators. *Economic and social aspects of energy development: Fifteenth international scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists: conference proceedings*. Ivanovo, 2020, vol. 6, p. 61. EDN: LJHUQR.
13. Zafar R. et al. Prosumer based energy management and sharing in smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 82, pp. 1675–1684. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.018
14. Zhou Y., Lund P. D. Peer-to-peer energy sharing and trading of renewable energy in smart communities – trading pricing models, decision-making and agent-based collaboration. *Renewable Energy*, 2023, vol. 207, pp. 177–193. DOI: 10.1016/j.renene.2023.02.125
15. Hossein Motlagh N. et al. Internet of Things (IoT) and the energy sector. *Energies*, 2020, vol. 13, no. 2, p. 494. DOI: 10.3390/en13020494
16. Starikov E.M. Development of technological startups in the energy sector: assessment of the infrastructure potential of Russian regions. *Bulletin of the Samara State University of Economics*, 2023, no. 11(229), pp. 58–71. (In Russ.) DOI 10.46554/1993-0453-2023-11-229-58-71. EDN: IYGJGM.

Информация об авторах

Кожевников Михаил Викторович, д.э.н., заведующий кафедрой систем управления энергетикой и промышленными предприятиями, Школа экономики и менеджмента, Институт экономики и управления, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; m.v.kozhevnikov@urfu.ru

Стариков Евгений Михайлович, старший преподаватель кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями, Школа экономики и менеджмента, Институт экономики и управления, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; e.m.starikov@urfu.ru

Information about the authors

Mikhail V. Kozhevnikov, Doctor of Economics, Head of the Department of Energy and Industrial Enterprise Management Systems, School of Economics and Management, Institute of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia; m.v.kozhevnikov@urfu.ru

Evgeny M. Starikov, Senior Lecturer, Department of Energy and Industrial Enterprise Management Systems, School of Economics and Management, Institute of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia; e.m.starikov@urfu.ru

Статья поступила в редакцию 24.02.2025

The article was submitted 24.02.2025