

ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА: ПРОБЛЕМЫ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

SECTORAL AND REGIONAL ECONOMY: PROBLEMS AND MECHANISMS OF CONTROL

Научная статья
УДК 658.5.012.1
<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2021-4-36-43>

Идентификация рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии

Светлана Валентиновна Пупенцова^{1✉}, Павел Андреевич Прокофьев²,
Андрей Вячеславович Лукьянов³

¹⁻³ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия, pupentsova_sv@spbstu.ru ✉

Аннотация. Вследствие повышенного потребления электроэнергии в мире, повсеместного стремительного распространения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и утраты мощностей базовых генераций электрические сети будут становиться все более уязвимыми. Отмечена вероятность возникновения угрозы периодически появляющихся блэкаутов, которыми будет невозможно управлять. Проведено исследование оценки рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии. Использованы общенаучные методы сравнительного анализа, сбор и изучение источников информации, статистический анализ данных и синтез. Для идентификации рисков использован метод мозгового штурма. Подтверждается актуальность и направленность развития современной энергетической отрасли с учетом мировых экологических тенденций. Проведен SWOT-анализ распространения и использования ВИЭ. Идентифицированы и оценены ущерб и вероятность основных рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии. Подтверждается, что для России полный переход на потребление возобновляемой электроэнергии невозможен из-за высоких природных, технологических, инвестиционных, правовых и предпринимательских рисков. С высокой вероятностью ожидаются риски технологические, влияющие на возведение генераций ВИЭ и подключение их к энергосистеме. Предложены способы управления рисками проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии. Сделаны выводы о важности для энергосистемы Российской Федерации высокого уровня ее надежности и возможности перехода на резервные источники питания, что в настоящее время невозможно осуществить в связи с определенными показателями в области биоэнергетических, гидро-, ветро-, гелио- и геотермальных ресурсов страны.

Ключевые слова: ветроэнергетика, возобновляемые источники энергии, идентификация рисков, метод мозгового штурма, природные риски, предпринимательские риски, солнечная генерация, технологические риски

Для цитирования: Пупенцова С. В., Прокофьев П. А., Лукьянов А. В. Идентификация рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 4. С. 36–4. <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2021-4-36-43>.

Original article

Risk identification in projects of transition to renewable electricity consumption

Svetlana V. Pupentsova^{1✉}, Pavel A. Prokofiev², Andrey V. Lukyanov³

¹⁻³ Peter The Great St. Petersburg Polytechnic University,
Saint-Petersburg, Russia, pupentsova_sv@spbstu.ru ✉

Abstract. Due to the increasing electricity consumption in the world, rapid spread of renewable energy sources (RES) and the loss of basic generation capacities the electric networks will become vulnerable. There is stated a threat of periodic blackouts, which will be impossible to control. There has been carried out the study aimed to assess the risks

of projects of transition to the consumption of renewable electricity. The general scientific methods of comparative analysis, collection and study of information sources, statistical data analysis and synthesis were used. The brainstorm method was used to identify risks. The relevance and directedness of the modern energy industry development has been proved, taking into account the global environmental trends. A SWOT analysis of the distribution and use of renewable energy was carried out. The damage and probability of the main risks of projects of transition to the consumption of renewable electricity are identified and assessed. There have been proposed the methods of risk management of projects of transition to the consumption of renewable electricity. A complete transition to renewable electricity consumption is found impossible for Russia due to high natural, technological, investment, legal and business risks. There is expected a high probability of technological risks affecting the construction of renewable energy generating structures and their connection to the energy system. It has been inferred that for the country's energy system, its high level of reliability and the ability to switch to backup power sources at any time are important.

Keywords: wind energy, renewable energy sources, risk identification, brainstorming method, natural risks, entrepreneurial risks, solar generation, technological risks

For citation: Pupentsova S. V., Prokofiev P. A., Lukyanov A. V. Risk identification in projects of transition to renewable electricity consumption. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics. 2021;4:36-43.* (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2021-4-36-43>.

Введение

В современных условиях использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) стимулируется необходимостью обеспечить страны энергетической безопасностью и стремлением к экологически направленному развитию мировой энергетической отрасли [1]. Генерации ВИЭ базируются на использовании биоэнергетических ресурсов, гидроресурсов, ветро-, гелио- и геотермальных ресурсов, имеющих с каждым годом все большую значимость в мировой энергетике [2]. Особое внимание проектам перехода на потребление возобновляемой энергии уделяется при реализации повсеместно внедряемой концепции «умный город» [3]. Спрос на такого рода проекты во всем мире будет повышаться под влиянием следующих аспектов:

- экологического (снижение углеродных выбросов);
- экономического (низкие цены на электроэнергию);
- технологического (создание новых технологий, снижающих затраты на ВИЭ).

В работах [1–20] исследуются международные тенденции в области ВИЭ с акцентом на их преимущество для экологии. *Научная новизна* настоящей работы заключается в идентификации и оценке рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии. В России полный переход на потребление возобновляемой электроэнергии невозможен вследствие высоких природных, технологических, инвестиционных, правовых и предпринимательских рисков.

Целью исследования является оценка рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии.

В работе поставлены следующие задачи:

- определение актуальности и направленности развития современной энергетической отрасли с учетом мировых экологических тенденций;
- проведение SWOT-анализа распространения и использования ВИЭ;
- идентифицирование и оценка ущерба и веро-

ятности основных рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии;

– предложение способов управления рисками проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии.

В последнее время развитие генерации ВИЭ, в том числе солнечной и ветровой, вышло на новые уровни. По мере того, как стоимость электроэнергии в некоторых странах, производимой генерациями с использованием альтернативных источников энергии, достигает паритета цены и производительности наравне с традиционными источниками генерации электроэнергии по всему миру, постепенно исчезают препятствия к внедрению ВИЭ в энергосистемы [4]. Это связано с постепенно возрастающей возможностью повышения эффективности энергосетей и укрепления данных позиций с помощью применения новых технологий.

В тот момент, когда планируется дальнейшее снижение стоимости «зеленой» электроэнергии, ее интеграция в энергосистемы идет полным ходом и спрос на нее увеличивается, все чаще возникают вопросы о ее доступности, надежности и стабильности энергопотока [5]. Солнечная и ветровая генерация практически полностью позволяют удовлетворить данные критерии на рынках стран, лидирующих в области ВИЭ, особенно в том случае, когда правительство этих стран уделяет достаточно внимания и средств данному вопросу. Благодаря сочетанию стимулирующих мировых экологических тенденций и неизменно растущему спросу на потребление электроэнергии из ВИЭ многие страны стремятся удовлетворить потребности в них, однако не всегда задуманное идет по плану, т. к. вмешиваются внешние факторы [6].

Опасность блэкаута зимой 2021 г., практически погрузившего Европу в темноту, в очередной раз указала на то, что западноевропейские страны неверно проводят энергетическую политику, непродуманно и форсированно добавляя в свои энергосистемы ВИЭ, в спешном порядке избавляясь от базовых электростанций и других генера-

ций. Данный вопрос указывает на проблемы системного уровня, по причине которых произошел сбой в энергосистеме, на половину состоявшей из зависимых от погодных условий источников энергии, и доказывает еще раз, что возобновляемые источники не могут поддерживать постоянную частоту энергосистемы [7]. «Отправной точкой событий, происшедших 8 января, был отказ сетевого элемента, который можно проследить до нехватки мощности на уровне системы в 6 300 МВт. Дефицит был вызван увеличением потребления электроэнергии в Европе, в то время как возобновляемые источники энергии, особенно солнечные и ветряные электростанции, едва могли произвести энергию по всей Европе, тогда как их установленная мощность уже составляет около половины общеевропейских установленных мощностей» [8, с. 1]. Данные свидетельствуют о недостаточности резервных мощностей. «Если в будущем не будет достаточной мощности базовых электростанций и достаточных резервов, в то время как будет продолжаться форсированное распространение использования возобновляемых источников энергии, зависящих от погодных условий, энергетическая система Европы будет вынуждена столкнуться с еще более серьезными сбоями» [9, с. 1].

Только в том случае, когда все страны будут потреблять электроэнергию в том же объеме, что и производят ее, будет возможно обеспечить надежность снабжения электроэнергией. В ином случае электрические сети будут становиться все более уязвимыми из-за стремительного распространения ВИЭ и утраты мощностей базовых генераций. При таких условиях существует вероятность возникновения угрозы периодически появляющихся блэкаутов, которыми будет невозможно управлять.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели использованы общенаучные методы сравнительного анализа, сбор и изучение источников информации, статистический анализ данных и синтез. Для идентификации рисков применен метод мозгового штурма.

Рынок ВИЭ привлекает инвестиции, в том числе и от нефтегазовых компаний. В настоящее время нефтегазовые и электроэнергетические компании, производящие наибольшее количество выбросов, уже активно ставят цели по сокращению эмиссии углекислого газа и направляют инвестиции в низкоуглеродные проекты [10]. Инвестируя в ВИЭ, международные нефтегазовые компании диверсифицируют рынок и выходят на рынок электрогенерации. Компании Shell, Total, ENI, Equinor и BP в 2018 г. вложили примерно 3–5 % своих инвестиций в ВИЭ. При этом в среднем нефтегазовые компании направляют на эти цели пока лишь около 1 % от общих вложений. Норвежская международная компания Equinor развивает офшорную ветроэнергетику, Repsol, Total и ENI – солнечную энергетику,

a Shell и BP – биотопливо. Предприятия Shell, Total заявили о трансформации в электроэнергетические компании в долгосрочной перспективе [11].

Компании BP и Total объявили о намерении достичь нулевых выбросов углекислого газа не позднее 2050 г., Equinor планирует установить аналогичные показатели уже к 2030 г. Подобные глобальные тренды стали проявляться и в России. Российские компании не ставят цели активного продвижения ВИЭ, но развивают такого рода проекты, например, для обеспечения собственных нужд в электроэнергии. Так, в конце 2019 г. ПАО «Лукойл» объявило о долгосрочной стратегии, в рамках которой планирует достижение нулевых выбросов CO₂, а в марте 2020 г. представило доклад «Основные тенденции развития мирового рынка жидких углеводородов до 2035 года» с заявлением о начале разработки собственной климатической стратегии по достижению углеродной нейтральности к 2050 г. по аналогии с европейскими компаниями [12]. Осенью 2019 г. ПАО «Татнефть» объявило о принципах по предотвращению изменения климата и учету выбросов парниковых газов в своей политике по промышленной безопасности, охране труда и окружающей среды [13]. Некоторые российские компании, среди которых ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Татнефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Новатэк», присоединились к рабочей группе по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата, которая представляет TCFD-отчетность по климатическим рискам для бизнеса. Что касается последних реализованных проектов ВИЭ в российских нефтегазовых компаниях, то в 2019 г. ПАО «Газпром нефть» построило солнечную электростанцию на Омском нефтеперерабатывающем заводе, ПАО «Транснефть» – в Челябинске, ПАО «Лукойл» – на Волгоградском нефтеперерабатывающем заводе. В 2022 г. ПАО «Лукойл» также планирует запуск солнечной станции в Краснодаре. Существует большой потенциал по ветроэнергетике, и имеются перспективы для реализации проектов с участием нефтегазовых компаний. Опыт развитых стран подтверждает, что внедрение ВИЭ не всегда экономически выгодно в краткосрочной перспективе, но при масштабной поддержке на начальных этапах от государства и от таких крупных игроков рынка, как нефтегазовые компании, возможно ускорить их развитие [14].

Отметим повышенный интерес к ВИЭ (особенно в сельском хозяйстве) в связи с удорожанием энергии, загрязнением окружающей среды продуктами работы энергетических установок и реформированием Единой энергетической системы Российской Федерации. Именно в сельском хозяйстве приемлемость ВИЭ представляется наиболее приемлемой в связи с некоторыми особенностями: большие, но малонаселенные территории без цен-

трализованного энергоснабжения, необходимость в бесперебойном снабжении, но без требования больших мощностей. Доказано, что при обеспечении бесперебойного электроснабжения сельских объектов повышается до 50 % уровень безопасной эксплуатации энергетического оборудования. Подключение к ВИЭ сельских объектов позволит обеспечить возрастающие потребности сельского хозяйства в энергоресурсах. В стратегическом развитии сельского хозяйства России запланирован ввод ВИЭ, биомассы и местных энергоресурсов, тем самым будет достигнуто снижение зависимости от централизованного энергоснабжения ряда сельских регионов [15].

Результаты исследования

Идентификацию рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии предлагается проводить по результатам SWOT-анализа. Исследование будет производиться с помощью качественных методов анализа рисков проектов перехода на потребление возобновляемой электроэнергии (метод мозгового штурма) [16].

Метод мозгового штурма представляет собой обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и/или способов обработки риска. Входными данными для этого метода считается команда специалистов, которая обладает знанием в области биоэнергетических ресурсов, гидро-, ветро-, гелио- и геотермальных ресурсов. Выходными данными метода мозгового штурма является выдвинутый экспертами (участниками) перечень наиболее существенных внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на распространение и использование ВИЭ в мировой энергетической отрасли [17].

Сильные стороны внутренних факторов:

- огромный потенциал ВИЭ;

– возможность строительства генераций разной мощности.

Возможности для внешних факторов:

- наличие у большинства стран обширных свободных площадей для строительства генераций ВИЭ;
- заметное снижение углеродных выбросов;
- особый интерес и возможность привлечения инвесторов других стран;
- возможность строительства генераций ВИЭ в необходимых объемах для зон централизованного энергоснабжения.

Слабые стороны внутренних факторов:

- необходимость создания дорогой инфраструктуры;
- неравномерность генерации и аккумулялирования электроэнергии;
- отсутствие необходимого количества высококвалифицированных специалистов;
- необходимость развития технологий в отрасли для практического применения и дальнейшего распространения.

Угрозы для внешних факторов:

- неблагоприятные финансовые условия, отсутствие инвесторов;
- сложность проведения технологических/ландшафтных работ по строительству генераций ВИЭ и подключению их к энергосистеме;
- необходимость совершенствования законодательной базы (в РФ);
- упрощение бюрократических препятствий по согласованиям;
- нефиксированный тариф на электроэнергию (в РФ).

После проведения обсуждения идентифицированы и разделены по пяти направлениям риски: природные, технологические, инвестиционные, правовые и предпринимательские [18]. Для каждого направления проведена экспертная оценка по степени ущерба и вероятности (табл.).

Вероятность проявления рисков

The possibility of risk occurrence

Направления риска	Факторы риска	Вероятность / ущерб
Природные	– сложность проведения ландшафтных работ по строительству генераций ВИЭ и подключению их к энергосистеме; – неравномерность генерации и аккумулялирования электроэнергии	65 % / средний
Технологические	– необходимость развития технологий в отрасли для практического применения и дальнейшего распространения; – сложность проведения технологических работ по строительству генераций ВИЭ и подключению их к энергосистеме	85 % / средний
Инвестиционные	– неблагоприятные финансовые условия, отсутствие инвесторов; – необходимость создания дорогой инфраструктуры	60 % / высокий
Правовые	– необходимость совершенствования законодательной базы (в РФ)	60 % / средний
Предпринимательские	– упрощение бюрократических препятствий по согласованиям; – нефиксированный тариф на электроэнергию (в РФ); – отсутствие необходимого количества высококвалифицированных специалистов	80 % / высокий

После укрупненной идентификации и оценки рисков представим детализированный перечень рисков и способы управления ими по основным видам ВИЭ [19].

Ветроэнергетика: основными факторами рисков являются длительные сроки окупаемости и большие стоимости проектов, вероятность изменения «ветроресурсов», сложность проведения ремонтных работ, необходимость прокладки кабеля через море для шельфовых ветроэлектростанций.

К возможностям управления рисками относится получение долгосрочных контактов, наличие достоверных данных о ветроресурсах, наличие долгосрочных гарантий от производителей дорогостоящего оборудования, минимизация потерь электроэнергии при передаче.

Малая гидроэнергетика: основными факторами рисков являются отсутствие достоверных данных за длительный период времени по стоку воды, возможность наводнений, сезонная изменчивость потока воды.

К возможности управления рисками относится минимизация рисков и эксплуатационных затрат

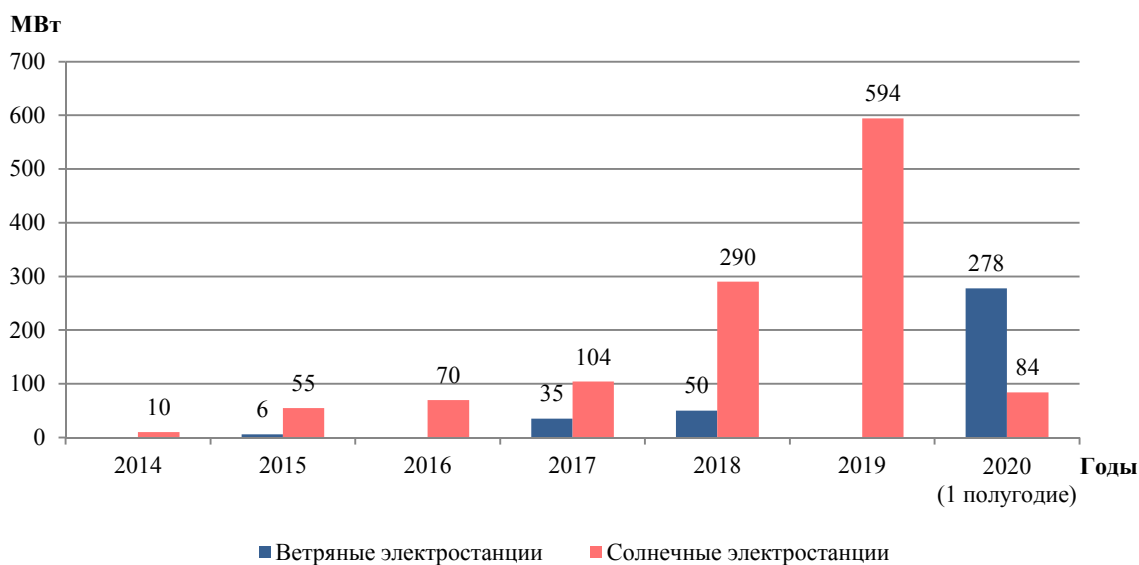
при использовании проверенных данных за долгосрочные периоды.

Солнечная генерация: основными факторами рисков являются сезонные и ландшафтные изменения прихода солнечных лучей, кража/вандализм по отношению к солнечным панелям, технологические нарушения, способные отключить всю цепочку подключенных друг к другу солнечных панелей.

К возможностям управления рисками относится вероятность простой замены выходящих из строя элементов, длительные гарантии от производителей компонентов, установление на площадях нахождения генерации правил безопасности и условий присутствия посторонних людей [20].

Обсуждение результатов исследования

Отметим, что обозначенные выше экономические, экологические и технологические аспекты способствуют положительной динамике внедрения солнечной и ветровой энергии. Данный аргумент подтверждается тенденцией ввода на территории РФ электростанций за период с 2014 г. до 1 полугодия 2020 г. [21]. Динамика процесса ввода электростанций ВИЭ представлена на рисунке.



Динамика ввода ветряных и солнечных электростанций в РФ

Dynamics of commissioning the wind and solar power plants in the Russian Federation

Проведенная в работе идентификация и оценка рисков подтвердила, что проекты перехода на потребление возобновляемой электроэнергии подвержены природным, технологическим, инвестиционным, правовым и предпринимательским рискам.

Выделим наиболее существенные, на наш взгляд, предпринимательские риски, связанные с бюрократическими препятствиями и отсутствием фиксированного тарифа на электроэнергию и высококвалифицированных специалистов, что усложняет входной

барьер в данную отрасль. С высокой вероятностью ожидаются риски технологические, влияющие на возведение генераций ВИЭ и подключение их к энергосистеме.

Серьезные первоначальные инвестиции ограничивают круг инвесторов, а наличие правовых и природных рисков приводит к тому, что значимые игроки отрасли отказываются от инвестиций в проекты возведения генераций ВИЭ.

Заключение

При рассмотрении возможностей перехода на потребление возобновляемой электроэнергии в настоящий момент недопустимо полностью исключить из энергосистемы другие генерации, т. к. без них невозможно поддерживать стабильную, равномерную и полнообъемную работу. Для энергосистемы страны важны ее высокий уровень надежности и возможность в любой момент перейти на резервные источники питания, которые в современных условиях не могут быть полностью обеспечены ис-

ключительно ВИЭ вследствие переменчивых погодных/сезонных условий, недостатка специалистов для обслуживания и работы с генерациями ВИЭ.

К столь дорогостоящим проектам, как генерация ВИЭ, следует отнести необходимость развивать энергетический менеджмент, совершенствование системы планирования уровня спроса на электроэнергию и ее генерацию, бережное отношение к окружающей нас среде и экономное использование всех энергоресурсов как предприятиями, так и населением.

Список источников

1. Пупенцова С. В., Алексеева Н. С. Опыт экологического планирования и управления территориями городов // Экономика строительства. 2019. № 4 (58). С. 18–27.
2. Измайлов М. К. Обеспечение должного уровня экологической безопасности в рамках совершенствования системы управления основными средствами промышленных предприятий // Россия, Европа, Азия: цифровизация глобального пространства: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. форума (Невинномысск, 16–21 ноября 2020 г.). Ставрополь: Секвойя, 2020. С. 292–296.
3. Osinovskaya I. V., Plenkina M. V., Zaborskaya I. E., Shevchenko S. Y., Silkina G. Y. Ensuring sustainable development of oil companies based on foresight technology // International Journal of Management. 2020. N. 11. Vol. 5. P. 929–940.
4. Malyuk V., Silkina G., Danilov A. Modeling the implementation of investment projects with energy-saving orientation // E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPb.WOSCE 2018. 2019. P. 02029.
5. Ерастов А. Е., Новикова О. В. Инновационное энергосбережение: интегральный метод оценки мотивационной среды // Вестн. Иванов. гос. энергет. ун-та. 2017. № 2. С. 75–86.
6. Емельянова Д. С., Гусакова О. А., Ключарева Н. С. Разработка системы сбалансированных показателей для экологического менеджмента на энергетическом предприятии // Промышленный менеджмент, экономика и экология – 2017: сб. материалов Междунар. учеб.-науч. конф. (Санкт-Петербург, 29–30 августа 2017 г.). СПб.: Изд-во СПбПУ, 2017. С. 39–45.
7. Makarov V. M., Novikova O. V., Tabakova A. S. Efficiency in “green construction”: experience, issues, trends // Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions): 6th International Conference ICRITO. 2017. P. 698–703.
8. *EnergyLand.info*. Ставка на возобновляемую энергетику не сыграла. URL: <http://www.energyland.info/analytic-show-209611> (дата обращения: 10.04.2021).
9. Малукало А. Н. Новость крупным планом. URL: https://www.rosugol.ru/news/news_company.php?ELEMENT_ID=30939 (дата обращения: 12.04.2021).
10. Simonova M., Zakrahov V. E., Mamiy I. Prospects of renewable energy sources: the case study of the brics countries // International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Vol. 9. N. 5. P. 186–193.
11. Skvortsova I. V., Latyshev R., Truntsevsky Yu. V. Innovation through improvement in the energy efficiency of business processes // E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development. SPb.WOSCE 2018. 2019. P. 02167.
12. Kozmenko S., Saveliev A., Teslya A. Impact of global and regional factors on dynamics of industrial development of hydrocarbons in the arctic continental shelf and on investment attractiveness of energy projects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. P. 012124.
13. Zharov V. S., Kozlov A. V. Management of technological development of enterprises on the basis of a life cycle model // Proceedings of the 2018 International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”, IT and QM and IS 2018. 2018. P. 181–184.
14. Козлов А. В., Тесля А. Б., Чжан С. Принципы оценки и методика управления инновационным потенциалом предприятий угольной промышленности // Зап. Гор. ин-та. 2017. Т. 223. С. 131–138.
15. Пупенцова С. В., Леонова Е. В. Перспективы внедрения цифровых технологий в аграрном секторе // Кластеризация цифровой экономики: глобальные вызовы: сб. тр. Нац. науч.-практ. конф. с зарубеж. участием (Санкт-Петербург, 18–20 июня 2020 г.). СПб.: Политех-Пресс, 2020. С. 160–167.
16. Корнеева В. М., Пупенцова С. В. Современные методы управления рисками на предприятиях // Проблемы соц.-экон. развития Сибири. 2020. № 2 (40). С. 33–38.
17. Gromova E. A. Model of “Short cycles” as innovative product development // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 9th International Scientific Conference - Research and Development of Mechanical Elements and Systems, IRMES 2019. 2019. P. 012029.
18. Bril A. R., Kalinina O. V., Ilin I. V., Iliashenko O. Y., Dubgorn A. S. Forecasting the turnover growth in the risk management system as management decisions support // Proceedings of 2017. IEEE international conference on soft computing and measurements (SCM), 2017. P. 692–693.
19. Хребтенко И. С., Грушкин А. Н., Новикова О. В. Проблемы оценки эффективности инвестиционных проектов в энергетике // Неделя науки СПбПУ: материалы Науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 г.). Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. СПб.: Изд-во СПбПУ, 2018. С. 572–574.
20. Pukala R., Kirillova N., Dorozhkin A. Insurance instruments in estimating the cost energy assets with renewable energy sources // Energies. 2021. Vol. 14. N. 12. P. 3672.
21. Безруких П. П., Безруких П. П. (Мл.), Карабанов С. М. О балансах производства электроэнергии в мире и России // Вестн. Москов. энергетич. ин-та. Вестн. МЭИ. 2020. № 4. С. 21–28.

References

1. Pupentsova S. V., Alekseeva N. S. Opyt ekologicheskogo planirovaniia i upravleniia territoriiami gorodov [Experience of ecological planning and management of urban territories]. *Ekonomika stroitel'stva*, 2019, no. 4 (58), pp. 18-27.
2. Izmailov M. K. Obespechenie dolzhnogo urovnia ekologicheskoi bezopasnosti v ramkakh sovershenstvovaniia sistemy upravleniia osnovnymi sredstvami promyshlennykh predpriatii. Rossiia, Evropa, Aziia: tsifrovizatsiia global'nogo prostranstva [Ensuring proper level of environmental safety in framework of improving management system for fixed assets of industrial enterprises. Russia, Europe, Asia: digitalization of global space]. *Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma (Nevinnomyssk, 16–21 noiabria 2020 g.)*. Stavropol', Sekvoinia Publ., 2020. Pp. 292-296.
3. Osinovskaya I. V., Plenkina M. V., Zabor'skaya I. E., Shevchenko S. Y., Silkina G. Y. Ensuring sustainable development of oil companies based on foresight technology. *International Journal of Management*, 2020, no. 11, vol. 5, pp. 929-940.
4. Malyuk V., Silkina G., Danilov A. Modeling the implementation of investment projects with energy-saving orientation. *E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development*, SPb. WOSCE 2018, 2019. P. 02029.
5. Erastov A. E., Novikova O. V. Innovatsionnoe energoberezhenie: integral'nyi metod otsenki motivatsionnoi sredy [Innovative energy saving: integral method for assessing motivational environment]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*, 2017, no. 2, pp. 75-86.
6. Emel'ianova D. S., Gusakova O. A., Kliuchareva N. S. Razrabotka sistemy sbalansirovannykh pokazatelei dlia ekologicheskogo menedzhmenta na energeticheskom predpriatii. Promyshlennyi menedzhment, ekonomika i ekologiia – 2017 [Developing balanced scorecard for environmental management at energy enterprise. Industrial Management, Economics and Ecology - 2017]. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoi uchebno-nauchnoi konferentsii (Sankt-Peterburg, 29–30 avgusta 2017 g.)*. Saint-Petersburg, Izd-vo SPbPU, 2017. Pp. 39-45.
7. Makarov V. M., Novikova O. V., Tabakova A. S. Efficiency in "green construction": experience, issues, trends. Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions): *6th International Conference ICRITO*, 2017. Pp. 698-703.
8. *EnergyLand.info*. Stavka na vozobnovliaemuiu energetiku ne syrjala [The bet on renewable energy did not play]. Available at: <http://www.energyland.info/analytic-show-209611> (accessed: 10.04.2021).
9. Malukalo A. N. *Novost' krupnym planom* [News close-up]. Available at: https://www.rosugol.ru/news/news-company.php?ELEMENT_ID=30939 (accessed: 12.04.2021).
10. Simonova M., Zakrahov V. E., Mamiy I. Prospects of renewable energy sources: the case study of the brics countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2019, vol. 9, no. 5, pp. 186-193.
11. Skvortsova I. V., Latyshev R., Truntsevskiy Yu. V. Innovation through improvement in the energy efficiency of business processes. *E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development*. SPb. WOSCE 2018, 2019. P. 02167.
12. Kozmenko S., Saveliev A., Teslya A. Impact of global and regional factors on dynamics of industrial development of hydrocarbons in the arctic continental shelf and on investment attractiveness of energy projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. P. 012124.
13. Zharov V. S., Kozlov A. V. Management of technological development of enterprises on the basis of a life cycle model. *Proceedings of the 2018 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies"*, IT and QM and IS 2018, 2018. Pp. 181-184.
14. Kozlov A. V., Teslya A. B., Chzhan S. Printsipy otsenki i metodika upravleniia innovatsionnym potentsialom predpriatii ugol'noi promyshlennosti [Principles of assessment and methods of managing innovative potential of coal industry enterprises]. *Zapiski Gornogo instituta*, 2017, vol. 223, pp. 131-138.
15. Pupentsova S. V., Leonova E. V. Perspektivy vnedreniia tsifrovyykh tekhnologii v agrarnom sektore. Klassterizatsiia tsifrovoi ekonomiki: global'nye vyzovy [Prospects for introduction of digital technologies in agricultural sector. Clustering digital economy: global challenges]. *Sbornik trudov Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem (Sankt-Peterburg, 18–20 iyunia 2020 g.)*. Saint-Petersburg, Politekh-Press, 2020. Pp. 160-167.
16. Korneeva V. M., Pupentsova S. V. Sovremennyye metody upravleniia riskami na predpriatiiakh [Modern methods of risk management at enterprises]. *Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiia Sibiri*, 2020, no. 2 (40), pp. 33-38.
17. Gromova E. A. Model of "Short cycles" as innovative product development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 9th International Scientific Conference - Research and Development of Mechanical Elements and Systems*, IRMES 2019, 2019. P. 012029.
18. Bril A. R., Kalinina O. V., Ilin I. V., Iliashenko O. Y., Dubgorn A. S. Forecasting the turnover growth in the risk management system as management decisions support. *Proceedings of 2017. IEEE international conference on soft computing and measurements (SCM)*, 2017. Pp. 692-693.
19. Khrebtenko I. S., Grushkin A. N., Novikova O. V. Problemy otsenki effektivnosti investitsionnykh proektov v energetike. Nedelia nauki SPbPU [Problems of evaluating efficiency of investment projects in energy sector. SPbPU Science Week]. *Materialy Nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (Sankt-Peterburg, 19–24 noiabria 2018 g.)*. Institut promyshlennogo menedzhmenta, ekonomiki i trgovli. Saint-Petersburg, Izd-vo SPbPU, 2018. Pp. 572-574.
20. Pukala R., Kirillova N., Dorozhkin A. Insurance instruments in estimating the cost energy assets with renewable energy sources. *Energies*, 2021, vol. 14, no. 12, p. 3672.
21. Bezrukikh P. P., Bezrukikh P. P. (Ml.), Karabanov S. M. O balansakh proizvodstva elektroenergii v mire i Rossii [On balances of electricity production in world and in Russia]. *Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta. Vestnik MEI*, 2020, no. 4, pp. 21-28.

Информация об авторах / Information about the authors

Светлана Валентиновна Пупенцова – кандидат экономических наук, доцент; доцент высшей школы производственного менеджмента; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29; pupentsova_sv@spbstu.ru

Павел Андреевич Прокофьев – магистр высшей школы производственного менеджмента; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29; prokofiev.pa@edu.spbstu.ru

Андрей Вячеславович Лукьянов – магистр высшей школы производственного менеджмента; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29; lukyanov.av@edu.spbstu.ru

Svetlana V. Pupentsova – Candidate of Economics, Assistant Professor; Assistant Professor of the Higher School of Production Management; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Saint-Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29; pupentsova_sv@spbstu.ru

Pavel A. Prokofiev – Master of the Higher School of Production Management; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Saint-Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29; prokofiev.pa@edu.spbstu.ru

Andrey V. Lukyanov – Master of the Higher School of Production Management; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Saint-Petersburg, Polytechnicheskaya St., 29; lukyanov.av@edu.spbstu.ru

