

УДК 620.9

В.Р. Киушкина¹

ЭФФЕКТЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ ВИЭ В МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ ЗОН РФ

Аннотация. Сегодня в общественных формациях и разноуровневых сообществах широко обсуждаются освоение и развитие, проблемы и предпосылки к их решению территорий Севера и арктических зон. Одним из подходов является вовлечение возобновляемых источников энергии как индикатора оценки уровня энергетической безопасности. В работе прослеживается обозначение ВИЭ в укреплении отдельных позиций энергетической безопасности и, в частности, при оценке ее различных направлений. Это позволяет включить показатели, раскрывающие возможности возобновляемой энергетики в мониторинг состояния территорий. В соответствии с этим формирование грамотной структуры автономных систем электроснабжения с участием ВИЭ повысит функцию экологического эффекта, снизит риски экономического и социального характера, уже сегодня существующих на этих территориях.

Ключевые слова: децентрализованные энергозоны, возобновляемые источники энергии, экологическая уязвимость, социально-экономический аспект, энергетическая безопасность.

V.R. Kiushkina²

EFFECTS OF RES INVOLVEMENT IN THE ENERGY SECURITY MONITORING OF RUSSIAN NORTHERN AND ARCTIC ZONES

Abstract. Today social structures and multilevel communities widely discuss exploration and development, problems and prerequisites to their solution regarding the lands of Northern and Arctic zones. One of the approaches is to involve renewable energy sources as an indicator for energy security level assessment.

The paper deduces the RES coming into focus when strengthening individual energy security items and, in particular, when assessing its various areas. This makes it possible to include indicators identifying the possibilities of renewable energy generation in the land condition monitoring. Accordingly, a reasonable structure of stand-alone power supply systems formed using the RES will enhance the environmental effect function, and reduce economic and social risks already existing in these territories.

Keywords: decentralized energy supply zones, renewable energy sources, ecological fragility, socioeconomic aspects, energy security.

Введение

Развитие мировой энергетики на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) реализуется преимущественно для решения двух основных задач: снижения роли углеводородов в энергетическом балансе (борьба с загрязнением окружающей среды и изменением климата) и повышение энергетической самообеспеченности. Нарастание интереса и признание необходимо-

сти использования ВИЭ на территориях Севера и Арктических зон в направлении устойчивой эффективной энергетики обосновывает формирование укрепляющей позиции энергетической безопасности (ЭнБ) в различных ее составляющих. В результате выполнения данных аналитических исследований производится оценка роли ВИЭ в повышении ЭнБ изолированных, труднодоступных, малонаселенных территорий с суровыми климатическими условиями.

¹ Виолетта Рафиковна Киушкина – заведующая кафедрой электропривода и автоматизации производственных процессов, Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, к.т.н., e-mail: viola75@mail.ru;

² Violetta R. Kiushkina – Head of the Electric Drive and Process Automation Department, Technical Institute (Branch) of the Ammosov North-Eastern Federal University, PhD in Engineering, e-mail: viola75@mail.ru.

Постановка задачи

Поставлена задача определить возможность использования ВИЭ в децентрализованных энергозонах с точки зрения оценки эффекта для энергетической безопасности изолированных территорий в суровых условиях Севера и Арктических зон.

Основная часть – обсуждение проблемы

Вопрос обеспеченности энергоресурсами по низким ценам не присущ децентрализованной энергетике с труднодоступными, инфраструктурно изолированными территориями и условиями ее существования. Здесь эффекты совершенно иные. Определение и прогнозирование этих эффектов должно потянуть за собой и другие ориентиры в повышении энергетической безопасности [1, с. 72-76]. Именно для таких территорий ВИЭ, занявшие неплохие позиции в тренде развития (рис. 1) мировой энергетики, могут стать одним из выходов в поиске путей решения существующих проблем.

Обозначение места ВИЭ в повышении ЭНБ целесообразно рассматривать на рисках, существующих в сложившихся современных ситуациях для состояния безопасности, с оценкой позиции функциональности возобновляемой энергетики в снижении вероятности проявления рисков. Риски, возникшие со стороны экологии, экономики, природных и иных воздействий, рассматриваются как угрозы для ЭНБ и оправдывают переход к ВИЭ при грамотной увязке с социально-экономическими, экологическими, политическими, инфраструктурными, техническими и другими эффектами.

В децентрализованных энергозонах территорий Севера и арктических зон всегда будут реализовываться риски в силу присущих им факторов, условий существования и функционирования. В таком случае можно говорить, что степень рисков даже в системе благоприятных значений индикаторов ЭНБ хоть и незначительна, но будет иметь место, так как исследуемые энергозоны с указанными специфическими особенностями существования не имеют долж-



Рис. 1. Тренды развития ключевых современных факторов в энергетической структуре

ной способности сопротивляться воздействиям угроз, например, природного или территориального характера, которые априори будут иметь воздействие.

Рассмотрим последовательно разные аспекты, которые различным образом оценивают место ВИЭ в улучшении сложившейся ситуации в мировом пространстве и хорошо подходящие для реализации в децентрализованных территориях Севера и арктических энергозон.

Ключевые причины столь активного развития ВИЭ в мире – это принятие мер по сокращению выбросов парниковых газов. Как показывает анализ обоснований мировых трендов и показателей, достижение эффектов в различных странах мира – это основной фактор, стимулирующий развитие ВИЭ. Из всех угроз, стоящих перед человечеством, экологическая является наиболее опасной.

Сегодня энергетика Заполярья России преимущественно построена на использовании горючего топлива, потребляемого дизель-генераторами электроэнергии, одновременно используется уголь, мазут, древесина. Все это отрицательно сказывается на экологии таких территорий, имеющих низкий экологический иммунитет. В российском секторе северных территорий и Арктики накопилось немало проблем, к которым можно отнести устарелость и изношенность оборудования хозяйственной деятельности и энергетики. Это, безусловно, порождает в таких регионах те же экологические проблемы, как и в остальных частях России. В силу повышенной уязвимости северных и полярных экологических систем природоресурсные и природоохранные проблемы возрастают с каждым днем. Экологический ущерб окружающей среде таким территориям накапливался десятилетиями. К проблемам можно отнести и многолетние скопления громадного количества отходов близ полярных городов, складирование бочек от дизельного топлива. Промышленное освоение территорий наносит непоправимый ущерб природе. Вектор добычи природных запасов стал смещаться в труднодоступные, отдаленные территории, арктические шельфы с экстремальными условиями, что объясняется истощением и непригодностью ряда месторождений к промышленному освоению. Данный

вектор также имеет глобальное политическое и экономическое значение, в силу того, что геологоразведка подтвердила колоссальные запасы полезных ископаемых на шельфах и необратимые процессы таяния льдов, природные ископаемые стали более доступными. Стратегическое значение таких территорий очевидно и определяет позиции России в освоении неосвоенных недр в отношениях с зарубежными партнерами (сегодня Арктика обеспечивает около 11% национального дохода России и 22% общероссийского экспорта).

Причинами нанесения экологического ущерба являются радиоактивные захоронения, нефтяные разливы, промышленное освоение, нарушающее баланс направлений вмешательства в естественно-природные процессы и загрязнений окружающей среды. Это и атмосферный, и водный перенос загрязняющих веществ в арктическую зону из промышленно развитых территорий. Поэтому здесь особое значение приобретает автономное электроснабжение объектов с применением энергии от возобновляемых источников энергии.

Загрязнение окружающей среды и изменения экологических параметров имеют медленный, аккумулятивный эффект неблагоприятных последствий для здоровья человека, проявляющихся через много десятилетий. Главная задача в современных условиях – свести к минимуму нежелательные последствия, рационально используя природные условия. Здесь достаточно очевидно, как одно из решений – использование «чистых» ресурсов. В условиях глобального изменения климата и экономической активности на территориях, особенно Севера и Арктики, достижению экологической цели в приоритетах развития энергетики, например, снижения потребления топливных ресурсов, находит место вовлечение ВИЭ. Здесь привлекательность ВИЭ прозрачна и занимает очень прочные позиции по повышению эффекта от эколого-технологической допустимости как составляющей в обеспечении ЭНБ.

В целом районирование по экологической составляющей ЭНБ достаточно представить в виде карт-схем (рис. 2) с тематическими слоями (наложением всех влияющих факторов) и выделе-



Рис. 2. Примерный макет карты тематических слоев степени экологической уязвимости и нарушений экологической безопасности локальных энергозон (фрагмент информационно-интегрированной системы мониторинга ЭНБ)

нием зоны по наиболее остро проявляющимся ситуациям, угрожающим и нарушающим экологический «иммунитет» территории.

Тематические слои включают в себя подразделы, совокупность которых позволяет явно визуализировать наиболее сильные экологические проявления.

Модуль 1. Природный кластер.

Слой 1. Типы экосистем.

Слой 2. Заповедные территории.

Слой 3. Рельеф.

Слой 4. Температурные режимы / климатическая особенность.

Слой 5. Гидрологические системы.

Слой 6. ВИЭ.

Слой 7. Месторождения.

Модуль 2. Кластер индивидуальных потребителей.

Слой 8. Промысловые зоны (оленьеводства/рыбоводства/пушного хозяйства).

Слой 9. Сельскохозяйственные зоны (летники, конебазы).

Модуль 3. Технический кластер.

Слой 10. Типы децентрализованных зон / освоенность территории.

Слой 11. Расположение энергоисточников / уровень выбросов, бочек для ДТ.

Слой 12. Изношенность оборудования электрохозяйственной деятельности.

Модуль итоговый. Кластер угрозы экологическому иммунитету:

– сочетание слоев 1-2-11-12 – опасность;

– сочетание слоев 4-11-12 – острота ситуации для рекреационной возможности;

– сочетание слоев 1-2-6-8 – возможность для сохранения самобытного уклада.

Данный макет реализован на примере арктических территорий Республики Саха (Якутия), где явно выражены особенности функционирования автономной энергетики и уязвимость территорий.

Ресурсная обеспеченность занимает одну из ключевых позиций в обеспечении ЭНБ, особенно для районов Крайнего Севера и Арктики, куда ежегодно завозится до 6-8 млн т горючесмазочных материалов и до 20-25 млн т угля. Слабая транспортная инфраструктура, повы-

шенные издержки и расходы стоимости топлива в таких районах увеличиваются многократно. Несомненно, в таких условиях одним из способов снижения затрат на доставку топлива в удаленные районы и повышения энергетической безопасности является использование местных энергоресурсов, прежде всего возобновляемых. В 2017 г. резко выросли цены на дизельное топливо, преимущественно на территориях Дальнего Востока и Сибири, где за месяц зафиксирован рост на 1,5-2,5 руб/л. Мировые цены за год выросли на 30,8%.

Здесь явно прослеживается еще один аспект в развитии ВИЭ – это экономическая доступность и эффективность. Для изолированных, труднодоступных, малонаселенных территорий этот показатель очень актуален. Сравнительный анализ показателя себестоимости электроэнергии для таких территорий от традиционной энергетики и возобновляемой, не в пользу последней. При этом если к традиционным установкам добавить экологическую составляющую затрат, то себестоимость электроэнергии станет соизмерима, а то и выше себестоимости от ВИЭ. Но пока данные изыскания не фиксируются. Опять же, как отмечалось выше, добыча нефти, газа, угля уходит все дальше в море, тайгу, на север. Это ведет к удорожанию традиционных ресурсов. При этом киловатт установленной мощности ВИЭ за последние 30 лет подешевел на порядок. И в отдельных случаях цена электроэнергии, произведенной с использованием ВИЭ, как показал анализ тенденций их развития в некоторых странах, уже дешевле. Самый бесспорный экономический эффект от участия ВИЭ в повышении ЭНБ может достигаться в автономных энергосистемах в районах децентрализованного энергоснабжения. А это 70% территории России, где 10-12 млн жителей страны не имеют доступа к электрическим сетям и обслуживаются автономными системами на дизельном топливе или бензине. Такие небольшие проекты начали реализовываться на северных территориях Дальнего Востока. Энергоснабжение децентрализованных территорий в России характеризуется недостаточно высоким уровнем надежности и значительными субсидиями из бюджета (до 60-65 млрд руб. в год) [2]. В отдельных регионах применяют одну из мер – модернизацию генерации на привозном топливе с

реализацией проектов на основе ВИЭ. Как отмечается в отчете Аналитического центра Правительства РФ, меры поддержки территорий носят региональный характер и не являются системными. В развитых странах проблемы энергоснабжения изолированных территорий сходны с российскими, но характеризуются системным подходом к решению. Можно утверждать, что достижение приемлемой экономической допустимости в составе ЭНБ с использованием ВИЭ сегодня более чем реально и имеет назревшую необходимость.

Далее уместно затронуть состояние основных производственных фондов энергетики. Это одно из самых слабых мест в обеспеченности ЭНБ, особенно остро проявляющееся в децентрализованных автономных системах РФ, подвергающихся угрозам, сложившимся в силу специфики существования территории. Россия не имеет острой потребности искусственно наращивать долю ВИЭ. Они не могут рассматриваться в качестве прямого конкурента для традиционных энергоресурсов. Даже в наиболее развитых, с точки зрения развития ВИЭ, странах базовая выработка электроэнергии основывается на топливной генерации. Но цели полного перехода на ВИЭ нет, так как пока нет совершенных технологий накопления энергии и т.д. Возобновляемая энергетика удачно дополняет традиционную, позволяя достаточно гибко реагировать на изменения спроса. Энергетике на ВИЭ требуется резервация традиционных мощностей, что подчеркивает идею дополнения друг друга разными по природе источниками энергии, обеспечивая надежность поставки энергии, ее экономичность и экологическую безопасность. В децентрализованных энергозонах макрогенерация на ВИЭ может привести к увеличению надежности энергоснабжения. Мировой опыт свидетельствует о том, что развитие микрогенерации на ВИЭ зависит от уровня цен на электроэнергию и системы регулирования отрасли. Широкого распространения микрогенерации на основе ВИЭ в России нет, оно не оправдано, если нет стимулов для перехода на автономное электроснабжение. Но оно значимо уже для факта их существования в децентрализованных энергозонах:

– потребитель не подключен к электросети;

– подключение потребителя дороже установки объекта микрогенерации на ВИЭ и его эксплуатации;

– потребитель подключен к электросети, но нуждается в увеличении надежности энергоснабжения.

Приведенные условия широко распространены в России в основном на территориях Севера и арктических зон. Все эти доводы присущи рассматриваемым территориям и имеют явно выраженное проявление.

Это повышает функциональное свойство автономной энергетики и уверенность в обеспечении защищенности энергетических интересов. В совокупности два этих фактора рассматриваются [3, с. 5-20] как энергетическая безопасность территорий различных уровней. Диверсификация структуры автономных систем электроснабжения альтернативной энергетики позволит достичь эффективной и надежной работы при их комбинированной структуре. Замена морально и физически устаревшего оборудования дает возможность возобновляемой энергетике, если присутствуют природные условия по потенциалу, подойти к получению отдельных эффектов, перечисленных выше, для ЭНБ. Устаревшее оборудование изолированной энергетики, которая является самой перспективной областью применения ВИЭ, а это установки малоэффективных ДЭС, имеет высокую вероятность выхода из строя в чрезвычайно опасный момент, неэффективное использование топливно-энергетических ресурсов, высокий удельный расход топлива (до 891 г у.т./кВтч, п. В. Амга, Якутия), большие объемы выбросов. Здесь технические риски по причине деградации оборудования имеют достаточно низкую вероятность, так как технический прогресс в отрасли возобновляемой энергетики идет с заметным опережением. Эффективность оборудования увеличилась в несколько раз при постоянном снижении его стоимости. Специфической особенностью, которую необходимо учесть для исследуемых территорий Севера, является исполнение оборудования под условия сурового климата и экстремальных проявлений погодных условий с целью исключения интенсивного воздействия такой угрозы ЭНБ, как природно-климатическая.

Грамотный переход к ВИЭ имеет и позитивные социально-экономические эффекты в моде-

лировании позиций ЭНБ рассматриваемых территорий. В сфере ВИЭ, по данным ежегодного обзора IRENA «Возобновляемая энергетика и рабочие места» за 2015 г., в 2014 г. были непосредственно или косвенно заняты 7,7 млн человек (не считая крупной энергетики), что на 18% больше, чем в предыдущем. По прогнозам EWG, благодаря возобновляемой энергетике, к 2050 г. появиться 30 млн рабочих мест, что на 17 млн больше, чем имеется сейчас. Рабочие места – ключевой фактор развития экономики и общества. Они обеспечивают благосостояние людей, являются решением социальных задач – сокращения бедности, повышения квалификации, стабильности в конфликтных сообществах. И здесь неоспорим тот факт, что это приоритетный компонент. По сценарию, разработанному учеными Стэнфордского университета для 139 стран [4], переход на ВИЭ компенсирует потерю рабочих мест в связи с глобальной трансформацией энергетического сектора. В России, по предложенному сценарию, – создание 778 тыс. долгосрочных рабочих мест в разных секторах (от строительства до обслуживания). По данным Федеральной службы государственной статистики, в России в 2014 г. из 85,7 млн человек трудоспособного населения численность занятой рабочей силы составляла 71,5 млн человек.

Ситуация сложившаяся в социальном аспекте на изолированных территориях Севера по хозяйственной деятельности населения вполне оправдывает возможность присутствия возобновляемой энергетики. Реализация модели развития микрогенерации на ВИЭ создаст условия для малого бизнеса, занятости в обслуживании объектов микрогенерации на ВИЭ. Сопровождение данных проектов созданием производственных, логистических и сервисных центров, дополнительных рабочих мест даст ориентир на подготовку и привлечение местных кадров, что, в первую очередь, снизит социальный риск и повысит социально-экономический, инновационный и трудовой потенциал для повышения ЭНБ. К тому же, потребители северных территорий изолированных зон характеризуются низкой платежеспособностью, что усугубляет ситуацию с распределением бюджетных средств на перекрестное субсидирование.

Тренд роста мощностей распределенной генерации с участием ВИЭ логично решает проблему энергосбережения и энергоэффективности, которые являются благоприятными составляющими для обеспечения одной из позиций ЭНБ. Так как большая часть энергии потребляется в месте ее производства, исключаются потери электроэнергии при транспорте.

Инфраструктурные риски, как следствие нестабильного мирового состояния, могут повлечь за собой вероятность возникновения сложностей и сбоев в поставках энергоносителей, районы добычи которых удалены от потребителей. Этот вопрос один из насущных для децентрализованной энергетики Севера, и для своего решения непрерывно требует большие затраты на логистические операции и хранение энергоносителей. Здесь, бесспорно, ВИЭ лишены риска данной природы возникновения [5-6]. Уместно отметить, что высокая топливная составляющая в себестоимости электроэнергии для изолированных районов, высокие неэффективные расходы дорогостоящего топлива, присутствие перекрестного субсидирования позволяют обозначить приоритет ВИЭ в решении данных проблем ЭНБ. Внедрение ВИЭ в энергобаланс изолированных районов позволит сделать их в какой-то степени энергетически независимыми от поставок топлива и самодостаточными.

Привлекательность развития ВИЭ в исследуемых энергозонах территорий Севера и арктических энергозон – общая характеристика совокупности признаков, факторов и средств, которые выделяют их ресурсы на фоне традиционных энергоресурсов и иных решений в диверсификации ТЭК и делают их интересными для повышения надежности автономных систем энергоснабжения в укреплении позиций ЭНБ.

Определение действенного значения коэффициента привлекательности является весомым основанием по анализу факторов для перехода к укреплению позиций ЭНБ в ресурсной обеспеченности, надежности топливо- и электроснабжения, экологической допустимости и социально-экономическом эффекте.

Коэффициент привлекательности территории для вовлечения ВИЭ в изолированные системы электроснабжения может быть рассмотрен в

виде расчетно-аналитических зависимостей с использованием различных факторов: потенциальный ресурс ВИЭ, степень децентрализации, масштабы государственной поддержки, возможность подключения к централизованному электроснабжению, стоимость производимой электроэнергии, социальный статус населения и его платежеспособность.

Инструментарий анализа в измерении показателя – определение поведения функциональной зависимости коэффициента привлекательности территории от составляющих факторов:

$$k_{\text{привлек ВИЭ}} = \sum_{i=1}^n \gamma_i F_i, \quad (1)$$

– фактор присутствия привлекательности для социально-экономического эффекта,

$$k_{\text{от_привлек ВИЭ}} = \sum_{j=1}^n \gamma_j F_j, \quad (2)$$

– фактор отсутствия привлекательности,

где γ_{ij} – весовой коэффициент, отражающий относительную значимость i/j -го показателя в оценке подтверждения/отрицания коэффициента привлекательности развития ВИЭ территории, определяющийся методом анализа иерархий на основе субъективных суждений экспертов, при этом $\sum \gamma(i/j) = 100\%$;

F_i – показатели факторов, усиливающие привлекательность развития ВИЭ на территории, где i -й индекс отражает ряд характерных показателей:

$F_{\text{завоз_топ}}$ – показатель завоза топлива: многозвенный завоз с доступностью к топливным терминалам – принимаем за значение «0», многозвенный сезонно ограниченный завоз с высокой изолированностью – принимаем за значение «1»;

$F_{\text{деград ОПФ}} = \alpha_{\text{изн АСЭС}}$ – доля износа (деградационного состояния) ОПФ АСЭС;

$F_{\text{топ_ээ}}$ – доля топливной составляющей в стоимости электроэнергии;

$F_{\text{госп}}$ – наличие административной и государственной поддержки;

F_j – показатели факторов, отражающие не-привлекательность развития ВИЭ на территории, где j -й индекс отражает ряд характерных показателей:

$F_{\text{соц}_d\text{-тариф}} = \frac{\alpha'_{\text{оээ}_c/x} \cdot \tau_{\text{ээ}}}{D_{\text{нас}}}$ – платежеспособность населения: значение показателя основывается на рассмотрении социального статуса потребителя и его доступности к тарифу – оценка доли дохода на территории децентрализованной зоны относительно возможности оплаты электроэнергии по экономически обоснованному тарифу на производство электроэнергии (здесь найдет место и сравнительная оценка с нормативами по доле обеспечения коммунально-бытовых условий в прожиточном минимуме по энергозоне), косвенно отражает уровень жизни населения;

$F_{\text{себ}_\text{ээ}}$ – себестоимость производимого 1 кВт·ч электроэнергии (экономически обоснованный тариф на производстве электроэнергии) – доля от регионального значения;

$F_{\text{цэс}}$ – возможность подключения к централизованному электроснабжению: значение показателя при возможности подключения «1», при нецелесообразности «0».

$F_{\text{топ ресурс}} = \alpha_{\text{топсоб}}$ – доля собственных источников в балансе топливных ресурсов с обозначением назначения.

Заключение

Таким образом, территории, на которые делается акцент в данном исследовании, а это изолированные территории Севера и арктических зон, обладают существенной и насущной потребностью в применении ВИЭ для укрепления

энергетической безопасности и просто улучшения качества жизни людей. А для большей части населения таких территорий это сохранение самобытной культуры и сложившегося уклада жизни. Как отмечается в аналитическом отчете Аналитического центра Правительства РФ, меры поддержки территорий носят региональный характер и не являются системными. В развитых странах проблемы энергоснабжения изолированных территорий сходны с российскими, но характеризуются системным подходом к их решению. В зарубежных странах основным направлением государственной политики в этой сфере является активное стимулирование использования ВИЭ за счет их поддержки и снижения субсидирования цен на энергоресурсы. И в России наиболее перспективно, экологически оправдано и экономически целесообразно развивать ВИЭ именно в этих районах, где не действуют правила оптового рынка электрической энергии и где энергия ветра может конкурировать с достаточно дорогими традиционными объектами электро- и теплоснабжения. Это никем не оспаривается и признается всеми как понятная логика развития. Специфика децентрализованных территорий Севера становится плюсом для реализации проектов с ВИЭ в таких условиях. Рассмотренные социально-экономические и эколого-технологические аспекты развития ВИЭ отражают их явную возможность для рассмотрения в укреплении ЭНБ.

Как показал анализ, можно считать ВИЭ способными к разрешению проблем энергетической безопасности и снижению экологической нагрузки. Развитие ВИЭ в России на исследуемых территориях могут стимулировать экологические и экономические факторы, которые явно выделяются и к которым сводятся и другие факторы и сочетания аспектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Энергетическая безопасность России* / В.В. Бушуев, Н.И. Воронай, А.М. Масепенанов, Ю.К. Шафраник и др. – Новосибирск: Наука. Сибир. издат. фирма РАН, 1998. – 302 с.
2. *Энергоснабжение изолированных территорий в России и мире. Аналитический бюллетень*. Вып. 51. 2017. URL: <http://ac.gov.ru/publications/bulletin>.
3. *Отраслевые и региональные проблемы формирования энергетической безопасности* / под ред. А.А. Куклина, А.Л. Мызина. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 384 с.

4. *The solutions Project*. URL: <http://thesolutionsproject.org>.

5. Виссарионов В.И., Золотов Л.И. *Экологические аспекты возобновляемых источников энергии*. – М.: Изд-во МЭИ, 1996. – 155 с.

6. Интернет-портал Альтернативная энергетика. *Альтернативы альтернативе нет*. URL: <http://aenergy.ru/2941>.

REFERENCES

1. *Energeticheskaya bezopasnost' Rossii* / V.V. Bushuev, N.I. Voropaj, A.M. Mastepanov, Yu.K. Shafranik i dr. – Novosibirsk: Nauka. Sibir. izdat. firma RAN, 1998. – 302 s.

2. *Energosnabzhenie izolirovannyh territorij v Rossii i mire. Analiticheskij byulleten'*. Вып. 51. 2017. URL: <http://ac.gov.ru/publications/bulletin>.

3. *Otraslevye i regional'nye problemy formirovaniya energeticheskoy bezopasnosti / pod red. A.A. Kuklina, A.L. Myzina*. – Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 2008. – 384 s.

4. *The solutions Project*. URL: <http://thesolutionsproject.org>.

5. *Vissarionov V.I., Zolotov L.I. Ekologicheskie aspekty vozobnovlyaemyh istochnikov energii*. – М.: Изд-во МЭИ, 1996. – 155 с.

6. *Internet-portal Al'ternativnaya energetika. Al'ternativy al'ternative net*. URL: <http://aenergy.ru/2941>.

Поступила в редакцию
03.06.2018 г.