

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ОЦЕНКЕ МЕХАНИЗМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Г. Д. Русецкая

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
18 мая 2016 г.

Дата принятия к печати
7 июня 2016 г.

Дата онлайн-размещения
2 августа 2016 г.

Ключевые слова

Системный анализ;
природно-технические
системы; невозобновляемые
источники энергии;
альтернативные
энергетические ресурсы;
добыча; потребление;
экологическая;
окружающая среда;
энергоэффективность

Аннотация

Принятие решений об использовании источника энергии должно исходить из концепции системного анализа, в рамках которого рассматривается весь комплекс природно-технической системы, не ограничиваясь частными вопросами влияния на отдельные блоки системы. В мире рост потребления энергии из невозобновляемых источников по прогнозу Международного энергетического агентства будет продолжаться до 2035–2040 гг. Современный рыночный механизм ведет к слишком быстрой, избыточной добыче невозобновляемых ресурсов, так как темпы их потребления регулируются возможностями получения максимальной прибыли, более того, энергосырьевой рынок используется в геополитических целях. В статье показано, что высокий уровень энерго-, ресурсо- и отходоёмкости России предопределяет высокую себестоимость товарной продукции и низкую конкурентоспособность. Обобщен опыт ряда стран и показана эффективность получения энергии из возобновляемых источников, которые в настоящее время являются одной из наиболее быстро растущих областей бизнеса. Этому способствуют инновационные разработки в развитых странах, в результате чего идет сокращение стоимости энергии, устраняется зависимость от погодных условий, улучшается экологическая ситуация. Отмечено, что в России при осознании необходимости расширения альтернативных источников энергии и наличии ресурсного потенциала, использование возобновляемых источников — менее 1 %. В то же время северные, труднодоступные, отдаленные районы являются потенциальными потребителями энергии и нуждаются в локальной децентрализованной генерации.

SYSTEM ANALYSIS IN EVALUATING THE MECHANISM OF USING NON-RENEWABLE AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Genrietta D. Rusetskaya

Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation

Article info

Received
May 18, 2016

Accepted
June 7, 2016

Available online
August 2, 2016

Keywords

System analysis; natural/man-made systems, non-renewable energy sources; alternative energy sources; extraction; consumption; environmental intensity; environment; energy efficiency

Abstract

Decision-making on energy source-use should be based on the system analysis concept which focuses on the entire natural/man-made system extending beyond issues of impact on separate units of the system. The International Energy Agency predicts that the world wide growth in energy consumption will continue until 2035–2040. The existing market mechanism results in surplus extraction since the consumption rates are stipulated by the profit maximization not to mention the role played by the energy source market in geopolitics. This paper shows that Russia's high level of energy, resource and waste intensity predetermines high production cost and poor competitiveness. The current research summarizes the experience of some countries and demonstrates that renewable energy sources are efficient and, at present, are among the fastest growing businesses. This is facilitated by innovations introduced by developed countries, which help reduce energy costs and eliminate weather dependence as well as improve environmental conditions. It is highlighted that Russia uses less than 1% of the renewable sources; meanwhile, rural northern territories require local decentralized sources of energy.

Предприятие энергетической отрасли, обмениваясь с окружающей средой веществом, энергией и информацией, встраиваются в природную систему, формируя единую природно-техническую систему или технобиогеоценоз.

Углеродородное сырье — невозобновляемые ресурсы энергетике, и принятие решений по их использованию превращается в сложнейшую задачу, когда в едином механизме должны быть увязаны организационные, технические, социально-экономические, экологические и правовые аспекты. В этой связи обоснование решений об использовании источника энергии должно исходить из концепции системного анализа, в рамках которого рассматривается весь комплекс природно-технической системы, взаимодействие ее составляющих, не ограничиваясь частными вопросами влияния на отдельные блоки системы.

В связи с большим количеством факторов техногенного социально-экономического и природного характера, формирующих технобиогеоценоз первой стадией для принятия проектных и управленческих решений должен быть всесторонний качественный анализ образующейся системы.

При использовании невозобновляемых источников энергии на всех стадиях контакта с окружающей средой происходит негативное воздействие на компоненты биосферы, что проявляется в значительном изменении морфологических, физико-химических и микробиологических свойств природных компонентов и возникновении экономического ущерба [1]. Крупные экономические объекты, требующие использования значительных территорий, изменяют ландшафт при строительстве и влияют на него в процессе эксплуатации, существенно нарушая экосистемы. Воздействие техногенных объектов на окружающую среду связано с рисками, управление которыми базируется на совокупности политических, социальных и экономических оценок величины рисков.

Экономическое воздействие на предприятия нефтегазовой отрасли через платежи и нормирование уровня воздействий на окружающую среду малоэффективно, так как негативные факторы в производственной и социальной сферах практически сводят на нет результаты экологической деятельности таких предприятий. В этой связи необходимо расширение развития и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Подтверждением тому служит опыт многих стран, формирующих эколого-экономиче-

ский механизм инновационной деятельности для развития рынков экологических услуг, продукции, технологий и оборудования.

Проблема невозобновляемых ресурсов в экономической литературе всегда занимала видное место. Классиками этого направления можно считать У. Джевонсона (1865), Л. Грея (1914) и Х. Хотеллинга (1931). В настоящее время эта проблема в научных интересах заняла одно из центральных мест, так как «поглощение» человеком невозобновляемых запасов происходит с возрастающим аппетитом [2]. В период с 1900 по 1920 г. человечество потребило больше энергии, чем за весь период своего существования до 1900 г. Для последующих 20-летних интервалов была выявлена аналогичная зависимость [3], и в первую очередь это касалось ископаемых энергоресурсов. Тенденция продолжает сохраняться.

По данным Мирового энергетического агентства, в 2014 г. доля нефти в мировом энергобалансе составила 32 %, газа — 22 %, атомная энергия в мировом масштабе — 5,6 %, энергия гидроэлектростанций — 2,3 %, ВИЭ — 0,7 %. Сдерживание развития ВИЭ связывают с высокой стоимостью этого вида энергии. При этом не оценивалась экологическая составляющая, в том числе зависимость здоровья людей от качества окружающей среды [4].

Энергосырьевой сектор — наиболее экологоемкий сектор хозяйства. Негативное воздействие добывающих предприятий на окружающую среду неизбежно, и никакими ухищрениями не может быть уменьшено ниже некоторого объективного предела, который тем выше, чем хуже горно-геологические условия [5]. Рост потребления энергии из невозобновляемых источников в обозримом будущем продолжится. По прогнозам Мирового энергетического агентства, спрос на нефть в мире составит 110 млн баррелей в сутки к 2035 г. (90 млн баррелей в сутки в 2015 г.), мировое потребление газа в 2020 г. — 3,9 трлн м³ (3,3 трлн м³ в 2014 г.).

В связи с чем возникает вопрос: как долго может продолжаться подобное положение вещей.

Расчеты энергобалансов стран мира на основе ежегодных статистических данных British Petroleum (Statistical Review of World Energy, June 2014) свидетельствуют, что в 2013 г. в 12 добывающих государствах объемы внутреннего производства топливно-энергетических ресурсов превысили их потребление на 2,5 млрд т условного топлива. В этой группе стран 1-е место

со значительным отрывом занимает Россия, обладающая избытком энергоресурсов (добыча минус потребление) свыше 620 млн т условного топлива; 2-е место по показателю избытка производства над потреблением принадлежит крупнейшему мировому нефтепроизводителю — Саудовской Аравии (более 400 млн т нефтяного эквивалента); за ней следуют Австралия, Индонезия и Катар (около 200 млн т нефтяного эквивалента каждая), неуклонно модернизирующие свои добывающие мощности. В первую десятку ведущих нетто-экспортеров вошел также Казахстан.

Идеология заботы о будущем поколении не оказывает на темпы добычи и потребления природного сырья во всем мире никакого влияния. Ни одна страна мира, имеющая мощную минерально-сырьевую, в том числе нефтегазовую, базу, не отказывается от ее интенсивного использования, причем достаточно высокими темпами [6]. Важно, насколько эффективно может государство поддержать нефтяной рынок при решении проблемы распределения природного ресурса с помощью инструментов, имеющихся в его распоряжении, так как неоткорректированный рыночный механизм ведет к слишком быстрой добыче ресурса [7]. В связи с этим важнейшая задача государственной ресурсной политики — распределение невозобновляемых ресурсов на как можно более длительный период или же бережное их использование. С другой стороны, сдерживая добычу и потребление, государство способствует повышению уровня добычи ресурса другими государствами, так как темпы добычи и потребления регулируются возможностями получения максимальной прибыли, более того, сырьевой рычаг используется не только в социально-экономических, но и в геополитических целях. В современной ситуации рынок не способен обеспечить адекватное регулирование. Цены, складывающиеся на ресурсных рынках, часто дают искаженную картину истинных природных ценностей, не отражают реальные общественные издержки и выгоды. Эта проблема может быть решена только путем добровольных международных соглашений.

В мире на решение проблем энергоэффективности, энергобезопасности и независимости направлены усилия отдельных государств и компаний энергетической отрасли в связи с усилением определяющих ход развития мировой энергетики следующих тенденций:

– корректировка параметров мировой торговли энергоносителями — маршрутов, структуры и объемов поставок;

– перестройка структур производства энергетических товаров в условиях ужесточения экологических норм;

– усиление роли новаций во всех секторах отрасли и экономики в целом (прогресс в энергосбережении и энергоэффективности, расширение производства энергии на базе ВИЭ и др.).

В экономике России преобладают невозобновляемые источники энергии (нефть, газ, уголь и др.). Более 80 % энергии дает ископаемое углеводородное сырье. По сырьевому пути экономику страны тащит инерция, сформировавшаяся давно и доминирующая не только в производстве, но и в сознании. Ставка на преимущественно сырьевое направление развития сложилась в СССР, где с конца 70-х гг. XX в. 85 % прироста капиталовложений направлялось в нефтяную и газовую промышленность. При сырьевой ориентации поступления от этого сектора остаются доминирующим наполнителем госбюджета, и этих средств в перспективе хронически не будет хватать на социальную поддержку и на вялые попытки структурной политики в реальном секторе.

В современной России во всевозможных прогнозах, программах и аналитических материалах практически нет даже попыток предложить картину реального сектора российской экономики на перспективу. Из этих документов, исходящих от властных структур, в отношении производственного сектора нельзя извлечь информацию о том стратегическом выборе, который сделан российской властью. Налицо лишь объявления о намерениях экономико-политического характера. Однако подобные политические или общеэкономические декларации сами по себе ничего не говорят ни о предпочтениях, ни об ожиданиях в отношении структуры производственного сектора народного хозяйства, какой она видится на средне- и долгосрочную перспективу [5].

Такая политика в течение длительного периода питается иллюзиями: Россия — страна, чрезвычайно богатая природными ресурсами, только топливно-сырьевой сектор способен сыграть роль локомотива, который вытащит нашу экономику из затянувшегося кризиса и обеспечит ее стабильный рост на перспективу. Особенно горячие сторонники этого тезиса — финансисты, привыкшие смотреть на сырье как на не иссякающий источник валютных поступлений.

Делая ставку на эксплуатацию своих природных ресурсов как доминанту экономической стратегии, Россия не только не достигнет благосостояния в предвидимом будущем, но и может потерять шансы обеспечить его даже в очень отдаленной перспективе. Прогнозирование ожидаемых и определение желательных показателей развития производственного сектора широко применяется в странах с рыночной экономикой. Такая деятельность не только совместима с индикативным планированием или регулированием рыночной экономики, но и необходима для ее успешного развития [5; 8].

В экономике России за период реформ, начиная с 1991 г., удельные показатели энергопотребления в расчете на единицу валового внутреннего продукта стабильно росли, что свидетельствует о снижении макроэкономической эффективности их использования и, в определенной мере, потере управляемости со стороны государства в этом процессе. Влияние на указанный рост оказывает также повышение уровня износа основных фондов.

В энергетическом комплексе более половины буровых установок требует замены, а чтобы предотвратить спад добычи, нужна новая современная техника [9]. Проблемы бурения крупные российские компании часто перекладывают на западных подрядчиков, что усиливает зависимость от иностранных технологий. За бурение каждой скважины западные сервисные компании получают от 100 до 500 млн р. В России иссякают запасы «легкой нефти», а доля трудноизвлекаемых запасов (тяжелые и высоковязкие нефти) составляет более 60 %. Часть запасов нефти сосредоточена в низкопроницаемых коллекторах. В этих условиях обеспечение полноты выработки углеводородного сырья из недр относится к одной из наиболее сложных и высокозатратных задач нефтяной промышленности. Осложнение разработки нефтяных месторождений связано с существенным усложнением геологических характеристик вновь вовлекаемых в разработку месторождений: растет глубина залегания, становятся более тяжелыми горно-геологические условия. Новые ресурсные регионы характеризуются все более негативными климатическими условиями. По мере отработки лучших месторождений эффективность инвестиций в добычу энергоресурсов падает. Надежды на то, что нефть Восточной Сибири нивелирует в перспективе падение добычи углеводородов в Западной Сибири, осложняются ростом затрат на добычу, нехваткой кредитных средств, снижением рентабельности в отрасли.

Несмотря на разработку ряда государственных программ и определенных мероприятий в повышении эффективности применения топливно-энергетических ресурсов, затраты на их использование в экономике России значительно превосходят аналогичные показатели в развитых зарубежных странах. Высокий уровень энергоемкости, ресурсо- и отходоёмкости в экономике России предопределяет высокую себестоимость товарной продукции и, как следствие, ее низкую конкурентоспособность. Энергоемкость внутреннего валового продукта России в несколько раз выше соответствующего показателя ведущих стран мира: в 4 раза, чем в США; в 3,6 раза, чем в Японии; в 2,5 раза, чем в Германии.

Технологический потенциал энергосбережения, по существу, является дополнительным источником топливно-энергетических ресурсов. Чтобы его использовать, стратегическим направлением развития экономики страны должен стать энергоэффективный путь, базирующийся на инновационных технических и технологических решениях, управлении спросом на топливно-энергетические ресурсы, более широком использовании малой и нетрадиционной энергетики [10].

Потенциал энергосбережения в стране остается высоким и оценивается в 40–45 % от внутреннего энергопотребления¹. Треть этого потенциала сосредоточена в топливно-энергетическом комплексе, еще треть — в энергоемких отраслях промышленности и строительстве, свыше четверти — в жилищно-коммунальном хозяйстве, поэтому задача повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов выдвигается на первый план [11].

Проблемы нерационального, часто экономически неэффективного использования природно-ресурсного потенциала, негативного воздействия на окружающую среду находят отражение на мировом и национальном уровнях. Какие бы проблемы окружающей среды или использования ресурсов в мире не обсуждались, они не могут быть решены отдельными государствами в одиночку, но, к сожалению, путь к международной кооперации очень сложный.

¹ Энергетическая стратегия России на период до 2020 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 28 авг. 2003 г. № 1234-р // Собрание законодательства РФ. 2003. № 36. Ст. 3531 ; Энергетическая стратегия России на период до 2030 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 13 нояб. 2009 г. № 1715-р // Там же. 2009. № 48. Ст. 5836 ; Энергетическая стратегия России на период до 2035 года : проект : поручение Президента РФ от 6 июля 2013 г. № Пр 1471.

В Париже 12 декабря 2015 г. делегации 196 стран единогласно приняли новый документ Рамочной конвенции ООН об изменении климата взамен Киотского протокола, который закрепляет основные принципы действий всех государств на период до 2020 г. 22 апреля 2016 г. 175 стран в Нью-Йорке поставили подпись под этим документом. Все страны, включая Россию, приняли национальные цели по снижению или ограничению выбросов парниковых газов на 2025–2030 гг., что позволит сдерживать глобальное потепление. Россия по соглашению должна разработать долгосрочную стратегию «низкоуглеродного» развития, предусматривающую снижение выбросов и ограничивающую глобальное потепление, и реализовать соответствующие меры.

В отличие от Киотского протокола (1997), проекты должны отвечать социальным и экологическим критериям. В течение нескольких лет странам предстоит разработать правила выполнения соглашения, и каждому государству нужно будет ратифицировать эти документы. Парижское соглашение, рекомендуемое принять странам мира усилия по ограничению средней мировой температуры ниже 2 °С, предполагает переход к полностью безуглеродной экономике к 2050 г., что связано с политическими решениями, созданием новой экстенсивной инфраструктуры, заменой технологий [12].

По утверждению специалистов Института инженерной термодинамики, анализа и технологической оценки Германского космического центра, к 2050 г. мировая экономика может полностью перейти на использование ВИЭ. Цель вполне реальная с учетом стремительно роста рынка возобновляемой энергии.

В этом направлении России предстоит много сделать, так как российский энергетический сектор — один из основных источников загрязнения окружающей среды. На его долю приходится более 50 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, более 20 % сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы и более 70 % суммарной эмиссии парниковых газов. Обеспечение экологической безопасности функционирования энергетического сектора страны предусматривает минимизацию негативного влияния добычи, производства, транспортировки и потребления энергоресурсов на окружающую среду и климат².

² Энергетическая стратегия России на период до 2020 года ; Энергетическая стратегия России на период до 2030 года ; Энергетическая стратегия России на период до 2035 года : проект.

Согласно Энергетической стратегии России к альтернативным ВИЭ относятся: малые гидроэлектростанции мощностью до 25 МВт, ветровые установки, солнечные энергоустановки, приливные и геотермальные электростанции, биоэнергетические установки, мусоросжигающие и мусороперерабатывающие энергокомплексы в крупных городах. В СССР на базе научно-производственного объединения «Ветроэн» в г. Истра был налажен серийный выпуск небольших ветроустановок мощностью 3–4 кВт, размещаемых в основном в сельской местности. Но развитие единой энергосистемы привело к вытеснению этих установок крупными электростанциями, работающими на ископаемых видах топлива.

Мировая экономика требует все больше энергии, а запасы ископаемого топлива, на котором основана традиционная энергетика, не безграничны. Основное преимущество нетрадиционных ВИЭ перед другими энергоносителями — их возобновляемый характер и экологическая чистота. Несомненным достоинством является также широкая распространенность большинства их видов. Другие стимулы для внедрения нетрадиционных ВИЭ — безопасность поставок, часто необоснованные колебания цен на ископаемое топливо [13–15].

Следует отметить, что запасы ископаемого топлива в мире очень неравномерно распределены. Ограниченность ресурсов создает угрозу энергетической безопасности некоторых стран и ставит проблему надежности его поставок. Другая сторона вопроса касается политических рисков. В результате, некоторые страны, потребляющие много энергии, но не располагающие адекватными ресурсами ископаемого топлива, находятся в критической зависимости от его импорта и как следствие от политической обстановки в странах — производителях углеводородного топлива. С рисками связан и транзит этих энергоносителей. С этой точки зрения возобновляемая энергетика гораздо более безопасна, поскольку она основывается на использовании местных или региональных ресурсов. Кроме того, ее развитие способствует диверсификации поставок энергии, что усиливает энергетическую безопасность соответствующих регионов. В то же время ужесточение экологических требований, ведущее к удорожанию удельных капиталовложений в строительство традиционных генерирующих мощностей, однозначно способствует развитию нетрадиционных ВИЭ. По расчетам российских экспертов, расходы

на 1 кВт традиционных мощностей постоянно возрастают³.

Мировой нефтяной кризис 1973 г. подстегнул интерес к альтернативным ВИЭ. В течение 1974 г. цена на нефть выросла вчетверо, и западные страны, стратегической целью которых явилось обеспечение национальной энергетической безопасности, усилили исследования в области получения альтернативной энергии. Работа велась по разным видам альтернативных источников, единственным ограничительным фактором были природно-климатические условия конкретных территорий.

Ряд стран мира уже сегодня вступил в переходный период — от энергетики, базирующейся на невозобновляемых природных ресурсах, которые ограничены, к энергетике на практически неисчерпаемой основе — ВИЭ. В настоящее время ВИЭ являются одной из наиболее быстрорастущих областей бизнеса. Развитие процесса использования ВИЭ обеспечивается формированием спроса на локальную децентрализованную генерацию, обусловленную ростом цен на добычу, переработку и транспортировку невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, а также увеличением тарифов на электроэнергию.

В конце 2008 г. Правительство Финляндии одобрило долгосрочную стратегию страны в области климата и энергосберегающих технологий, согласно которой расход энергии будет уменьшаться, а ее доля из ВИЭ повышаться до 38 % к 2020 г. К 2020 г. Евросоюз планирует получать из ВИЭ 20 % всей энергии [16].

Лидером перехода к энергетике будущего становится Китай. В КНР первым документом по борьбе за энергоэффективность стал Закон об энергосбережении 1997 г.; упор в нем был сделан, прежде всего, на экономию ресурсов и передачу ответственности на региональный уровень. Движением, в том числе в сторону защиты окружающей среды, стал Закон о возобновляемых источниках энергии 2005 г., определяющий основные механизмы их юридической и финансовой поддержки. Закон об оценке экологических эффектов предписывает региональным властям включать в заключения о новом производстве и строительстве разделы с оценкой влияния проектов на состояние окружающей среды.

В рамках 12-го пятилетнего плана к показателям энергоемкости добавлены показатели снижения углеродоемкости, а также увеличения доли ВИЭ в энергобалансе. Предложено

³ Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.

новое для Китая институциональное решение — региональные биржи торговли квотами на выбросы углекислого газа. В случае удачного нового похода в решении проблемы выбросов загрязняющих веществ постепенно повысится энергоэффективность экономики и создадутся новые компании и рабочие места в сервисном секторе, что соответствует трансформации модели развития Китая. В сфере электроэнергетики также следует отметить другую пилотную схему, направленную на сокращение выбросов — энергосберегающее распределение нагрузки при выработке электричества. Приоритет отдается электростанциям, работающим на ВИЭ. С 2008 г. такие схемы используются в пяти провинциях [17].

За 2015 г. в мире потрачено на проекты по ВИЭ около 286 млрд дол. Значительную часть вложений обеспечили Китай, Индия и Бразилия (156 млрд дол.), и вложения в проекты ВИЭ увеличиваются с каждым годом. В Норвегии половина производимой энергии обеспечивается за счет ветряной энергии. Самая мощная ветряная электростанция 1 781,5 мВт «Roscol wind farm» расположена в США. В числе запатентованных инноваций в области экологически чистой энергии страны: США, Великобритания, Германия, Франция, Южная Корея, Япония.

В июле 2015 г. в России на ежегодном саммите БРИКС в рамках мероприятий было предложено обсудить создание экономических рычагов регулирования нагрузки на окружающую среду. Рабочая группа «Устойчивое развитие» разработала ряд рекомендаций Банку развития БРИКС, в том числе:

- определить высокие социальные и экологические стандарты и принципы устойчивого развития;
- активизировать работу по переходу к «зеленой экономике» в целях достижения устойчивого развития;
- разработать и принять график перехода стран БРИКС к новой энергетике из ВИЭ, чтобы достигнуть значительных сдвигов в 2020 г. и в последующие периоды;
- стимулировать механизмы учета углеродного следа при разработке новых инвестиционных проектов;
- выработать график полного отказа от субсидий на ископаемое топливо как не отвечающего принципам устойчивого развития к 2020 г.⁴

Во всех странах с высокой долей альтернативных источников энергии в энергобалансе

⁴ БРИКС: Новая гражданская реальность : рекомендации гражданского общества // Экология и бизнес. 2015. № 4. С. 14–15.

се разрабатываются программы поддержки и стимулирования нетрадиционной энергетики (льготное налогообложение, ускоренная амортизация оборудования, гранты на исследования в области возобновляемой энергии и др.) [18]. В XXI в. в результате развития инновационных технологий и техники такие программы были приняты более, чем в 60 странах мира. Стоимость производства электроэнергии из ВИЭ снизилась до 5 р. за 1 кВт (солнечная энергия) и до 3 р. за 1 кВт (ветряная энергия). По мере развития новых технологических разработок стоимость получения энергии из ВИЭ будет сокращаться. Зависимость солнечного и ветряного источников энергии от погодных условий в последние годы устраняется возможностью хранения энергии с помощью батарей от компании «Tesla», созданных в 2015 г., что решает проблему непостоянства солнечной и ветровой энергии⁵. Нельзя не учитывать, что стремление большого количества стран мира диверсифицировать структуру своей энергетики, развивать неуглеродные источники энергии и использовать местные, в том числе нетрадиционные виды топлива, замедляет рост спроса на импорт углеводородов и сужает рыночные ниши для России.

До недавнего времени по целому ряду причин, прежде всего из-за больших запасов традиционного энергетического сырья, вопросам развития использования ВИЭ в энергетической политике России уделялось мало внимания. В последние годы ситуация стала заметно меняться. Необходимость обеспечения сохранения окружающей среды, новые возможности повышения качества жизни людей, участие в мировом развитии прогрессивных технологий, стремление повысить энергоэффективность экономического развития, логика международного сотрудничества — эти и другие соображения способствовали активизации национальных

усилий по созданию более зеленой энергетики, движению к низкоуглеродной экономике.

Продвижение ВИЭ должно осуществляться в тесной увязке с реализацией мер энергосбережения. Впервые целевые индикаторы развития ВИЭ на государственном уровне были обозначены Распоряжением Правительства РФ «Об утверждении Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года» от 8 января 2009 г. № 1-р. В нем установлено увеличение объема производства тепловой энергии на основе использования ВИЭ с 263,34 млн ГДж в 2010 г. до 505,78 млн ГДж в 2020 г. Для достижения прогнозного объема потребления ВИЭ планируется ввод с 2010 по 2020 г. генерирующих объектов (малые гидроэлектростанции, ветроэлектрические станции, приливные электростанции, геотермальные электростанции, тепловые электростанции на биомассе и прочие виды электроустановок) с суммарной установленной мощностью до 25 ГВт. Вместе с тем намеченные на прошедшие с того времени годы индикаторы достигнуты не были, а в последние годы их фактически пересмотрели. Согласно госпрограмме «Энергоэффективность и развитие энергетики» до 2020 г. в стране должно быть введено 6,2 ГВт генерирующих мощностей на основе ВИЭ, что позволит увеличить долю ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 г. лишь до 2,5 %. До 2020 г. в России предполагается ввести 1,5 ГВт солнечной электроэнергии, в Китае — 700 ГВт, в США — 900 ГВт.

Несмотря на незначительный объем производства энергии на базе ВИЭ, Россия обладает большим потенциалом использования этих ресурсов. Проведенные исследования позволили подсчитать эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы геотермальных вод, оценить валовой, технический и экономический потенциалы солнечной, ветровой энергии и ресурсов биомассы в России (табл.).

Сводные показатели ресурсного потенциала возобновляемых источников энергии и возможного объема газозамещения

Вид ресурса	Потенциал, млн т условного топлива				Потенциал замещения природного газа источниками ВИО, % к газопотреблению за 2010 г.			
	Гидрогеотермальная энергия	Солнечная энергия	Ветровая энергия	Биомасса	Гидрогеотермальная энергия	Солнечная энергия	Ветровая энергия	Биомасса
Валовой	12 600 000	2 205 400	886 256	467,56	—	—	—	—
Технический	11 868,7 (3,86)	9 675,6	2 215,6	140,45	1 695,5 (0,6)	1 382,2	316,5	20,1
Экономический	114,9 (0,97)	2,5	11,1	69,07	16,4 (0,3)	0,36	1,59	9,9
Используемый	0,35 (0,25)	0,004	0,006	20,0	0,1 (0,04)	0,001	0,001	2,86

Составлено по: [19].

Определенную надежду на то, что ВИЭ начнут более широко использоваться в различных секторах российской экономики, дает принятое 28 мая 2013 г. Постановление Правительства РФ «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» № 449, предусматривающее финансовую поддержку развития ВИЭ. Это постановление относится лишь к электрогенерирующим объектам возобновляемой энергетики: ветровым, солнечным электростанциям и малым гидроэлектростанциям мощностью от 5 до 25 МВт, подключенным к электрической сети. Механизм стимулирования основан на компенсации затрат по договорам на продажу мощности (ДПМ) на оптовом рынке электроэнергии и мощности. При этом объем и структура ежегодно вводимых мощностей по видам ВИЭ, а также ценовые параметры ДПМ («формула цены») определяются Правительством РФ, исходя из гарантированного возврата инвестиций в течение 15 лет. Вводятся нормативные уровни капитальных и эксплуатационных затрат, что позволяет контролировать уровень суммарных затрат на поддержку генерации на основе ВИЭ и ограничивать рост тарифов. Отбор проектов по ДПМ ВИЭ будет проводиться по итогам конкурсной процедуры, критерии которой учитывают заявляемые удельные капитальные и эксплуатационные затраты и показатели проекта по локализации производства (использованию отечественного оборудования). Последнее направлено на стимулирование производства отечественного оборудования в области ВИЭ.

Россия имеет огромный потенциал и обширную базу для развития возобновляемой энергетики с целью повышения энергоэффективности и снижения энергозатрат во всех сферах экономики, разумной диверсификации энергоснабжения многих категорий потребителей, оздоровления ситуации в секторе жилищно-коммунальных услуг, а также усиления деловой активности предприятий малого и среднего бизнеса.

В последние годы в России были разработаны проекты в сфере эффективного использования ВИЭ. Так, Пуровский завод (ЯНАО) по переработке газового конденсата для транспортирования конденсата с месторождений ввел в эксплуатацию конденсатопровод длиной 330 км. По всей трассе конденсатопровода установлено 56 контрольных пунктов телемеханики на базе взаимодополняющих возобновляемых

источников электроэнергии — солнечные модули и ветрогенераторы. Реализация данного проекта позволила отказаться от строительства линии электропередачи для обслуживания систем телемеханики, сократить затраты, повысить экологическую безопасность производства [20].

В октябре 2015 г. в Башкортостане пущена первую очередь Бурибаевской солнечной электростанции мощностью 10 МВт, в декабре 2015 г. была введена в эксплуатацию Орская СЭС мощностью 25 МВт.

В Хакасии открыта крупнейшая в Сибири солнечная электростанция — Абаканская СЭС, установленная мощность станции 5,2 МВт, годовое производство электроэнергии — 6,5 млн кВт · ч, сокращение массы вредных выбросов в атмосферу от работы станции — 8 тыс. т.

Основные успехи в развитии ВИЭ в России достигнуты в создании новых технологий по преобразованию солнечного излучения в электрическую энергию. Промышленностью выпускаются фотоэлектрические элементы на основе кремния, модули и батареи с высоким коэффициентом полезного действия преобразования, высокоэффективные гетероструктурные солнечные элементы (коэффициент полезного действия более 25 %) и энергоустановки с концентраторами солнечного излучения, микро- и малые гидроэлектростанции с оборудованием единичной мощностью от 5 кВт до 1 МВт. Однако большой пробел имеется в производстве ветроэнергетических установок большой и средней мощности [3].

Перспективной областью использования ВИЭ в России является энергообеспечение северных и других труднодоступных и удаленных районов, не подключенных к общим сетям, где проживают около 10 млн чел. Завоз топлива в эти районы превратился в трудную проблему. Огромные расстояния и значительные транспортные расходы приводят к тому, что в некоторых из них (Камчатка, Курилы, Республика Тыва, Республика Алтай и др.) стоимость привозного топлива и выработанной на его основе электроэнергии становится настолько высокой, что делает технологии нетрадиционных ВИЭ коммерчески привлекательными [21].

Децентрализованное снабжение электроэнергией и теплом сельских районов, в том числе отдаленных изолированных поселений, семейных ферм, индивидуальных загородных домов, также является перспективной сферой использования нетрадицион-

ных ВИЭ. Более того, часто это единственный способ их снабжения. В число потенциальных потребителей альтернативных ВИЭ могут также войти предприятия нефтегазовой, лесной и рыбной промышленности, метеорологические, геологические станции и другие объекты. Большая часть районов России, в том числе южная часть страны, энергодефицитны, нуждаются в завозе топлива и поставке энергии. Для них столь же актуально решение проблемы региональной энергетической безопасности, как и для стран импортеров энергоресурсов. В стране, являющейся газовой державой, газифицировано лишь около 60 городских и 35 % сельских населенных пунктов.

Возобновляемые виды энергии привлекают внимание и высокой экологической чистотой по сравнению с традиционными. Это особенно важно для Сибирского федерального округа, где используются уголь и нефтепродукты, являющиеся источниками локального загрязнения окружающей среды. В целом, Сибирский федеральный округ — один из наиболее неблагоприятных с экологической точки зрения регионов страны, здесь проживает более 19 млн россиян, а его общая площадь — 30,1 % территории России. Большинство крупных городов и все промышленные зоны Сибири отличаются повышенной загрязненностью почвы, воды и воздуха. Рассеивающая способность атмосферы в Восточной Сибири в 2 раза ниже, чем в Европейской части страны, что практически не учитывалось при размещении предпри-

ятий и населенных пунктов, формировании территориально-производственных комплексов [22–24]. Именно здесь применение ВИЭ является обоснованным для объектов, оторванных от централизованного электро-снабжения, небольших поселков в районе озера Байкал и на севере Иркутской области, Красноярского края, в Республике Саха Якутии и т. д.

Сложившаяся в стране энергетическая ситуация далека от оптимальной, требуется реализация комплекса мер по повышению энергетической безопасности и энергосбережению. Ускоренное развитие ВИЭ в России необходимо рассматривать и как важный фактор развития экономики, на основе инновационных производств, современных технологий, малого и среднего бизнеса, улучшения состояния окружающей среды.

Таким образом, Россия обладает значительными ресурсами разнообразных альтернативных источников энергии: энергия ветра, геотермальная энергия, гидроэнергетические ресурсы малых рек, энергия биомассы и солнечная энергия. Практически во всех регионах имеется один или два типа ВИЭ, коммерческая эксплуатация которых может быть оправданной. Для ввода перспективных новых генерирующих мощностей, функционирующих на основе ВИЭ, при условии их экономической эффективности, требуется развитие отечественной научно-технической базы и освоение передовых технологий, наращивание производства оборудования для ВИЭ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русецкая Г. Д. Использование методов системного анализа состояния экосистем при строительстве и эксплуатации магистральных нефте- и газопроводов / Г. Д. Русецкая // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4 (84). — С. 152–155.
2. Эндрес А. Экономика природных ресурсов. Рынки. Технологии и инновации. Аспекты развития : пер. с нем. / А. Эндрес, И. Квернер ; под науч. ред. Н. Пахомовой, К. Рихтера. — 2-е изд. — М. ; СПб. : Питер, 2004. — 250 с.
3. Baumol W. Economic, Environmental Police and the Quality of life / W. Baumol, W. Oates. — New Jersey : Prentice-Hall Inc. : Englewood Cliffs, 1979. — 213 p.
4. Ruggeri A. A. Huge cash infusion in tough time / A. A. Ruggeri // The Energy and Environmental Issue. — 2009. — Vol. 146, № 3. — P. 28–30.
5. Данилов-Данильян В. И. Энергосбережение — ключевое направление развития экономики России / В. И. Данилов-Данильян // Экономические проблемы природопользования на рубеже XXI века / под ред. К. В. Папёнова. — М. : Проспект : Тейс, 2003. — С. 457–481.
6. Rusetskaya G. D. The problem of the use of natural resource / G. D. Rusetskaya, Gorbunova O. I. // Global Problems of The State. Reproduction and Use of Natural Resources of The Planet Earth : Materials digest of the XXVIII International Research Conference. London, July 13–18, 2012. — London, 2012. — P. 57–60.
7. Русецкая Г. Д. Методология анализа мирового энергетического рынка / Г. Д. Русецкая // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 4 (84). — С. 152–155.
8. Русецкая Г. Д. Методы системного анализа проектов освоения месторождений углеводородов [Электронный ресурс] / Г. Д. Русецкая // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 1. — Режим доступа : <http://eizvestia.isea.ru/reader/article.aspx?id=14265>.
9. Прищепа О. Трудноизвлекаемая нефть: потенциал, состояние и возможности освоения / О. Прищепа, Э. Халимов // Нефтегазовая вертикаль. — 2011. — № 5. — С. 24–29.

10. Дубов В. В. Ресурсосбережение и его роль в рациональном природопользовании / В. В. Дубов // Экономические проблемы природопользования на рубеже XXI века / под ред. К. В. Папёнова. — М. : Проспект : Теис, 2003. — 762 с.
11. Карасевич А. М. Повышение энергоэффективности — ключевой фактор развития экономики регионов России / А. М. Карасевич // Нефть, газ и бизнес. — 2016. — № 1. — С. 3–11.
12. Фримен Дж. Парижское соглашение под натиском бизнеса / Дж. Фримен, Хейли Беннет // Экология и бизнес. — 2015. — № 4. — С. 8.
13. Родионова И. А. Некоторые структурные особенности развития мировой энергетики, основанной на альтернативных возобновляемых источниках энергии / И. А. Родионова, О. В. Шувалова // Вестник Финансового университета. — 2011. — № 5 (65). — С. 74–82.
14. Сивкова А. Е. Альтернативные источники энергии как основа перспективного развития в области экологии / А. Е. Сивкова // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. — 2014. — № 3. — С. 21–24.
15. Сечная Н. Ю. Чистый воздух, тепло и свет — это альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] / Н. Ю. Сечная. — Режим доступа : <http://physics03.narod.ru/interes/Doclad/alten.htm>.
16. Королев П. Новая политика Финляндии в лесном секторе и перспективы возрождения лесопромышленного комплекса Иркутской области / П. Королев, П. Дорохов // Устойчивое лесопользование. — 2010. — № 1 (23). — С. 14–20.
17. Кульпина В. П. Опыт китайских регионов в решении проблемы загрязнения окружающей среды / В. П. Кульпина // Нефть, газ и бизнес. — 2016. — № 1 (187). — С. 28–30.
18. Казаков В. Вдохновленные солнцем / В. Казаков // Экология и бизнес. — 2015. — № 4. — С. 30–31.
19. Перспективы освоения возобновляемых источников энергии в России / М. А. Омаров, Р. А. Саркаров, С. И. Белан, Н. М. Гусейнов // Газовая промышленность. — 2011. — № 10. — С. 58–60.
20. Использование энергии ветра и солнца в условиях Крайнего Севера / А. М. Фридман [и др.] // Экология производства. — 2011. — № 4. — С. 79–83.
21. Ишовев В. И. Экономика Дальнего Востока и Байкальского региона: государственный подход : монография / В. И. Ишовев, В. В. Ивантер, Д. Б. Кувалин. — М. : Макс Пресс, 2015. — 264 с.
22. Донской С. Е. Об основных угрозах экологической безопасности на территории Сибирского федерального округа и мерах по их нейтрализации / С. Е. Донской // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2013. — № 5. — С. 99–102.
23. Русецкая Г. Д. Проблемы и перспективы развития потенциала Иркутской области / Г. Д. Русецкая, О. И. Горбунова // Иркутская область в XXI веке: проблемы и ресурсы развития / А. П. Киреенко, С. В. Чупров, Л. В. Санина [и др.]. — Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2014. — С. 136–145.
24. Русецкая Г. Д. Устойчивое развитие и здоровье населения: проблемы компенсации ущерба от загрязнения окружающей среды (на примере Байкальского региона) / Г. Д. Русецкая, О. И. Горбунова // Развитие российского общества: социально-экономические и правовые исследования / О. В. Батурина [и др.]; под ред. М. А. Винокурова, А. П. Киреенко, С. В. Чупрова. — М. : Наука, 2014. — С. 364–412.

REFERENCES

1. Rusetskaya G. D. Using systems analysis methods of ecosystems in constructing and operating oil and gas pipelines. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2012, no. 4 (84), pp. 152–155. (In Russian).
2. Endres Alfred, Querner Immo. Die Oekonomie natuerlicher Ressourcen. 2nd ed. Verlag W. Kohlhammer, 2003. 250 p. (Russ. ed.: Endres Alfred, Querner Immo; Pakhomova N., Rikhter K. (eds.). *Ressourcen Ekonomika prirodnykh resursov*. Moscow, Saint Petersburg, Piter Publ., 2004. 250 p.).
3. Baumol W., Oates W. *Economic, Environmental Police and the Quality of life*. New Jersey, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1979. 213 p.
4. Ruggeri A. A. Huge cash infusion in tough time. *The Energy and Environmental Issue*, 2009, vol. 146, no. 3, pp. 28–30.
5. Danilov-Danil'yan V. I. Energy saving as a key development direction of the Russian economy. In Papenov K. V. (ed.). *Ekonomicheskie problemy prirodnopol'zovaniya na rubezhe XXI veka* [Issues of environmental management in the beginning of the 21st century]. Moscow, Prospekt Publ., Teis Publ., 2003, pp. 457–481. (In Russian).
6. Rusetskaya G. D., Gorbunova O. I. The problem of the use of natural resource. *Global Problems of the State. Reproduction and Use of Natural Resources of the Planet Earth. Materials digest of the XXVIII International Research Conference. London, July 13–18, 2012*. London, 2012, pp. 57–60.
7. Rusetskaya G. D. Using systems analysis methods of ecosystems in constructing and operating oil and gas pipelines. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2012, no. 4 (84), pp. 152–155. (In Russian).
8. Rusetskaya G. D. Methods of systems analysis of hydrocarbon deposits development project. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii (Baikalskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i prava) = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2012, no. 1. Available at: <http://eizvestia.isea.ru/reader/article.aspx?id=14265>. (In Russian).
9. Prishchepa O., Khalimov E. Hard to recover oil: prospects, current situation, exploration opportunities. *Neftegazovaya Vertikal' = Oil & Gas Vertical*, 2011, no. 5, pp. 24–29. (In Russian).
10. Dubov V. V. Energy saving and its role in the rational environmental management. In Papenov K. V. (ed.). *Ekonomicheskie problemy prirodnopol'zovaniya na rubezhe XXI veka* [Issues of environmental management in the beginning of the 21st century]. Moscow, Prospekt Publ., Teis Publ., 2003. 762 p. (In Russian).

11. Karasevich A. M. Increasing energy efficiency as a key development factor of the Russian regional economy. *Neff', gaz i biznes = Oil, gas, and business*, 2016, no. 1, pp. 3–11. (In Russian).
12. Frimen Dzh., Bennet Kheili. Paris Peace Agreement under the weight of business. *Ekologiya i biznes = Ecology and business*, 2015, no. 4, p. 8. (In Russian).
13. Rodionova I. A., Shuvalova O. V. Structural characteristics of the world alternative energy and development trends. *Vestnik Finansovogo universiteta = Bulletin of the Financial University*, 2011, no. 5 (65), pp. 74–82. (In Russian).
14. Sivkova A. E. Alternative energy sources as a basis of the prospective environmental development. *Intellektual'nyi potentsial XXI veka: stupeni poznaniya = Intellectual potential of the 21st century: steps of knowledge*, 2014, no. 23, pp. 21–24. (In Russian).
15. Sechnaya N. Yu. *Chistyi vozdukh, teplo i svet — eto al'ternativnye istochniki energii* [Pure air, warm and light are the alternative energy sources]. Available at: <http://physics03.narod.ru/interes/Doclad/alten.htm>. (In Russian).
16. Korolev P., Dorokhov P. New forestry policy of Finland and prospects of revival of the timber industry in Irkutsk region. *Ustoichivoe lesopol'zovanie = Forest Magazine*, 2010, no. 1 (23), pp. 14–20. (In Russian).
17. Kul'pina V. P. Chinese experience in addressing environmental pollution. *Neff', gaz i biznes = Oil, gas, and business*, 2016, no. 1 (187), pp. 28–30. (In Russian).
18. Kazakov V. Inspired by the Sun. *Ekologiya i biznes = Ecology and business*, 2015, no. 4, pp. 30–31. (In Russian).
19. Omarov M. A., Sarkarov R. A., Belan S. I., Guseinov N. M. Prospects of implementation of renewable energy projects in Russia. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2011, no. 10, pp. 58–60. (In Russian).
20. Fridman A. M. et al. Using wind and sun energy in the extreme conditions of the Russian north. *Ekologiya proizvodstva = Production ecology*, 2011, no. 4, pp. 79–83. (In Russian).
21. Ishovev V. I., Ivanter V. V., Kuvalin D. B. *Ekonomika Dal'nego Vostoka i Baikal'skogo regiona: gosudarstvennyi podkhod* [Economy of the Russian Far East and Baikal region: a governmental approach]. Moscow, Maks Press, 2015. 264 p.
22. Donskoi S. E. The major threats to the ecological safety of the Siberian Federal District and the measures to neutralize them. *Ispolzovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii = Natural Resources Utilization and Conservancy in Russia*, 2013, no. 5, pp. 99–102. (In Russian).
23. Rusetskaya G. D., Gorbunova O. I. Issues and development prospects of the Irkutsk region potential. Kireenko A. P., Chuprov S. V., Sanina L. V. et al. *Irkutskaya oblast' v XXI veke: problemy i resursy razvitiya* [Irkutsk region in the 21st century: problems and development resources]. Irkutsk, Baikal State University of Economics and Law Publ., 2014, pp. 136–145. (In Russian).
24. Rusetskaya G. D., Gorbunova O. I. Sustainable development and public health: issues of compensating damages caused by environmental pollution (case study: Baikal region). Baturina O. V. et al. Vinokurov M. A., Kireenko A. P., Chuprov S. V. (eds). *Razvitie rossiiskogo obshchestva: sotsial'no-ekonomicheskie i pravovye issledovaniya* [The Russian society development: socio-economic and legal research]. Moscow, Nauka Publ., 2014, pp. 364–412. (In Russian).

Информация об авторе

Русецкая Генриетта Денисовна — доктор технических наук, профессор, кафедра экономики и управления бизнесом, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: rusetskaya2010@yandex.ru.

Author

Genrietta D. Rusetskaya — Doctor habil. (Technical Sciences), Professor, Department of Economics and Business Administration, Baikal State University, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: rusetskaya2010@yandex.ru.

Библиографическое описание статьи

Русецкая Г. Д. Системный анализ в оценке механизма использования невозобновляемых и альтернативных источников энергии / Г. Д. Русецкая // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2016. — Т. 26, № 4. — С. 659–669. — DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(4).659-669.

Reference to article

Rusetskaya G. D. System analysis in evaluating the mechanism of using non-renewable and alternative energy sources. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Bulletin of Irkutsk State Economics Academy*, 2016, vol. 26, no 4, pp. 659–669. DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(4).659-669. (In Russian).