

УДК 332.1

DOI: 10.15372/GIPR20220313

А.А. СОКОЛОВ, О.С. РУДНЕВА

Институт степи УрО РАН, 460000, Оренбург, ул. Пионерская, 11, Россия,
Sokolovaa@rambler.ru, ksen1909@mail.ru**АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РЕГИОНАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

Проведен анализ потенциала развития различных видов альтернативной энергетики в степной зоне России — одной из наиболее перспективных в этом отношении территорий. Установлено, что наиболее перспективны солнечная, ветряная и биоэнергетика, в ряде случаев их эксплуатация коммерчески более привлекательна по сравнению с использованием традиционных источников энергии. Выявлено, что в настоящее время в степной зоне России (без степей Восточной Сибири) доля альтернативных источников энергии становится все более весомой, темпы ее роста повышаются одновременно с заинтересованностью перехода регионов к экологически адаптивным системам энергоснабжения. Однако развитие отрасли крайне неравномерно и зависит не только от природных факторов, но и от хозяйственно-экономических. В результате анализа современного состояния отрасли определены регионы-лидеры по уровню развития альтернативной энергетики (Оренбургская область и Краснодарский край) и отстающие регионы, в которых альтернативная энергетика отсутствует и нет планов ее развития (Воронежская, Новосибирская и Челябинская области). Также в исследовании затронуты вопросы дальнейших направлений развития отрасли и дан прогноз отдельно по каждому региону. В итоге установлено, что Краснодарский край, Оренбургская область и Республика Калмыкия существенно обогнали по уровню развития альтернативной энергетики остальные регионы степной зоны России. Полученные результаты представляют практический интерес для планирования развития альтернативной энергетики, обоснования инвестиционной политики, совершенствования инфраструктурного обустройства территории, использования природных ресурсов на территории регионов степной зоны России.

Ключевые слова: солнечная энергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика, малая гидроэнергетика, источники энергии, энергетическая стратегия.

A.A. SOKOLOV, O.S. RUDNEVA

Institute of Steppe, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, 460000, Orenburg, ul. Pionerskaya, 11,
Russia, Sokolovaa@rambler.ru, ksen1909@mail.ru**ALTERNATIVE ENERGY IN REGIONS OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA**

An analysis is made of the development potential of various types of alternative energy in the steppe zone of Russia, one of the most promising territories in this regard. It is established that solar, wind and bioenergy and, in some cases, their exploitation are more profitable commercially as compared to the use of traditional energy sources. It is found that at the present time in the steppe zone of Russia (without steppes of Eastern Siberia), the share of alternative energy sources is becoming increasingly more significant. Its growth rate increases simultaneously with the interest of the regions in switching to environmentally adaptive energy supply systems. However, the industry is developing very unevenly and depends not only on natural factors, but also on economic and economic factors. The leading regions (Orenburg oblast and Krasnodar krai) and lagging regions (Voronezh, Novosibirsk and Chelyabinsk oblasts in which alternative energy and plans for its development are absent) were identified by analyzing the current state of the sector according to the level of development of alternative energy. The study also addresses the issues of further development of the industry and provides a forecast for each region. As a result, it was established that Krasnodar krai, Orenburg oblast and the Republic of Kalmykia will have a higher level of alternative energy development than the other regions of the Russian steppe zone. The results obtained are of practical interest for planning the development of alternative energy, substantiating investment policy, improving infrastructure development of the territory, and using natural resources in the regions of the Russian steppe zone.

Key words: solar energy, wind energy, bioenergy, small hydropower, energy sources, energy strategy.

ВВЕДЕНИЕ

Высокие темпы развития альтернативной энергетики в последнее десятилетие стали общемировой тенденцией. В 2019 г. альтернативные источники энергии обеспечили наибольший прирост производства электроэнергии, их доля увеличилась с 9,3 до 10,4 %, впервые обогнав выработку электроэнер-

гии на атомных электростанциях [1]. Во многих развитых странах термин «альтернативная энергетика» уже не уместен, так как она используется наравне с традиционными источниками энергии. К примеру, доля альтернативной энергетики от общей генерирующей мощности в Дании и Германии составляет более 50 %, в Великобритании — около 40, в Италии — 30, в Японии — 20 и США — 15 % [2].

С целью нивелирования процессов высокого антропогенного давления на природную среду разрабатываются различные программы перехода на низкоуглеродное развитие (в перспективе — нулевое потребление), в том числе и за счет повсеместного внедрения энергетических проектов на возобновляемом топливе при сокращении добычи углеводородов. В разрабатываемых стратегиях низкоуглеродного развития [3] значительное внимание уделяют энергоэффективности энергосистем, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Развитие технологий альтернативной энергетики можно рассматривать в качестве мощного драйвера инновационного развития и основы для формирования низкоуглеродной экономики, отличающейся высокой технологичностью, энергетической безопасностью и минимальным воздействием на окружающую среду [4].

По типам использованных технологий ВИЭ подразделяются на два типа: традиционные (гидравлическая энергия, используемая на крупных ГЭС; сжигание древесины для получения тепла) и альтернативные (солнечная и геотермальная энергия, энергия ветра и морских волн, течений, приливов, гидравлическая энергия, используемая на малых ГЭС, энергия биомассы, применяемая для получения тепла, электричества и моторного топлива нетрадиционными методами). Из всех видов ВИЭ наиболее высокие темпы развития у ветро- и гелиоэнергетики [5].

Современный цивилизационный вызов глобального изменения климата и нарушения экобаланса планеты, в том числе связанный с добычей и сжиганием углеводородного топлива, инициировал активное внедрение перехода мировой экономики на возобновляемые источники энергии во многих странах мира. В национальных стратегиях этих стран задекларировано поэтапное снижение использования ископаемого топлива в пользу альтернативных источников энергии [6]. В настоящее время лидерами по эмиссии CO₂ являются Китай (27 %, 9,8 млрд т), США (15 %, 5,3 млрд т) и страны ЕС (9,8 %, 3,5 млрд т). Россия производит 1,7 млрд т — 4,7 % от мирового уровня.

Альтернативная энергетика активно развивается и за счет привлекательности для инвесторов. Лидер в этом направлении — ЕС. В рамках развития альтернативной энергетики страны ЕС планируют инвестировать в отрасль 260 млрд евро ежегодно. Энергетика — основной элемент углеродно-нейтральной экономики ЕС, переход к которой начат в 2019 г. Именно альтернативная энергетика в перспективе должна удовлетворить растущий энергетический спрос ЕС более эффективными способами и с минимальным воздействием на окружающую среду. Для коррекции экономического курса странами ЕС принята стратегия «Зеленая сделка» (The European Green Deal), в рамках которой к 2030 г. планируется достичь 40 % сокращения выбросов CO₂ относительно 1990 г. при увеличении доли альтернативной энергетики до 32 %. Запланировано увеличение финансирования этих направлений в объеме 1–2 % ВВП в виде инвестиций в создание новой или модернизации существующей инфраструктуры, в научно-исследовательскую работу, переоснащение производств и пр. Не меньшее внимание по привлечению инвестиций в зеленую энергетику уделяется в Китае. Только в 2020 г. он инвестировал в альтернативные источники энергии 11 млрд долл. При этом Китай — крупнейший производитель электроэнергии, получаемой с помощью ветровой и солнечной генерации. На 2019 г. в КНР установлено ветрогенераторов в совокупной мощности на 236 ГВт и модулей солнечной генерации — на 204 ГВт. Также следует отметить, что Китай является крупнейшим добытчиком редкоземельных металлов, применяемых в производстве основных компонентов альтернативной энергетики [7, 8].

В отчете Всемирного экономического форума [9] отмечается высокая степень внедрения альтернативной энергетики. Уже в более 30 странах и регионах себестоимость производства энергии от альтернативных источников ниже аналогичного показателя по углеводородному сырью. Наиболее существенная разница достигнута в Германии, Дании, Бразилии, Австралии и Чили. И этот процесс активно идет в других государствах; по прогнозам, в ближайшие годы еще около трети стран мира значительно снизят разницу в стоимости производства энергии от альтернативных источников [10]. Также консалтинговая компания Bloomberg New Energy Finance, оценивающая ситуацию на глобальном энергетическом рынке, выявила высокие темпы падения цен на энергию, полученную от альтернативных источников [11].

Доля альтернативной генерации в России остается невысокой. В то время как установленная мощность энергоустановок на базе альтернативных источников энергии в мире оценивается в 14 %, в России этот показатель очень низок (1 %), несмотря на имеющийся существенный потенциал роста [12].

Тем не менее в последнее десятилетие была принята система мер, направленная на ускоренное развитие альтернативной энергетики. В 2014 г. утверждена государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики» на 2014–2018 и 2019–2024 гг., в которой значимое место отведено развитию альтернативной энергетики. Одна из мер направлена на увеличение доли установленной мощности генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, в совокупном объеме генерирующих мощностей Единой энергетической системы России по итогам 2024 г. в 11,5 раза к уровню 2017 г. [13, 14].

Однако уже сейчас заметен видимый прогресс — активно развивается солнечная и ветряная энергетика, дан существенный толчок развитию биоэнергетики и малой гидроэнергетики. Дальнейший процесс развития альтернативной энергетики будет связан с увеличением роли государства в создании благоприятных условий для инвестирования в данную отрасль.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Россия, благодаря большим размерам территории и разнообразию природно-ресурсных компонентов, обладает широким потенциалом развития альтернативной энергетики. Но это обстоятельство осложнено неравномерностью распределения источников по регионам. Во многих субъектах страны развитие альтернативной энергетики невозможно ввиду отсутствия источников или нецелесообразности их вовлечения в энергосистему. Степная зона России благодаря своему географическому положению и широтному простиранию обладает широким спектром развития этой отрасли. Непрерывная полоса степной (в том числе лесостепной) зоны России (даже без степей и лесостепей Восточной Сибири) охватывает значительное пространство площадью 1,7 млн км², или 10 % площади страны. Вытянутая преимущественно в широтном направлении более чем на 3,5 тыс. км, она имеет протяженность с севера на юг от 150 до 600 км. На ее территории частично или полностью располагается 17 субъектов РФ.

Основные виды альтернативных источников в степной зоне — это энергия солнца, ветровые ресурсы, а также отходы сельскохозяйственного комплекса и кинетическая энергия водных объектов. Иногда переход на альтернативную энергетику для ряда регионов степной зоны оказывается выгоднее, чем использование ископаемого топлива [15].

По причине большой площади степной зоны России уровень солнечной радиации здесь изменяется от 3 кВт·ч/м² в день на севере до 5 кВт·ч/м² в день на юге. Также значительное влияние на величину солнечной радиации оказывают сезонные колебания вследствие относительно высокоширотного расположения территории степной зоны России, в частности, на 55° с. ш. солнечная радиация в январе составляет 1,69 кВт·ч/м² в день, а в июле — 11,41 кВт·ч/м² в день.

При этом максимальные годовые значения суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности приходятся на южные регионы степной зоны России: Республику Калмыкия, Волгоградскую область, Ставропольский край (рис. 1).

В сопоставлении с другими территориями по уровню суммарной солнечной радиации большая часть степной зоны России располагается в пределах с условиями, которые аналогичны характерным для севера Испании и юга Германии [16, 17]. Таким образом, регионы степной зоны России располагают существенным потенциалом для развития солнечной энергетики.

Ветроэнергетические ресурсы в степной зоне России также имеют широкое распространение, поскольку среднегодовая скорость ветра составляет 2,9 м/с. Но данный показатель сильно различается в зависимости от места. В соответствии с экономической рентабельностью, использование ветрогенераторов целесообразно при среднегодовой скорости ветра выше 4 м/с [18]. В степной зоне России перспективные территории для развития ветряной электроэнергетики составляют около четверти ее площади. Наиболее перспективные для развития данного вида альтернативной энергетики регионы расположены на юге степной зоны России: Волгоградская область, Республика Калмыкия и Саратовская область, где среднегодовая скорость ветра составляет более 4,5 м/с, а в некоторых частях достигает 5 м/с. Также к числу потенциальных можно отнести часть территорий Ставропольского края, Оренбургской области, Алтайского края, Краснодарского края, а также Курганской, Ростовской и Самарской областей, где среднегодовая скорость ветра превышает 4 м/с [16, 17] (рис. 2). В итоге можно констатировать наличие значительных территорий, располагающих потенциалом для развития ветроэнергетики.

Степная зона России представляет собой наиболее освоенную часть страны, где сочетание благоприятного рельефа, плодородных почв и климата — это определяющее условие для развития высоко-

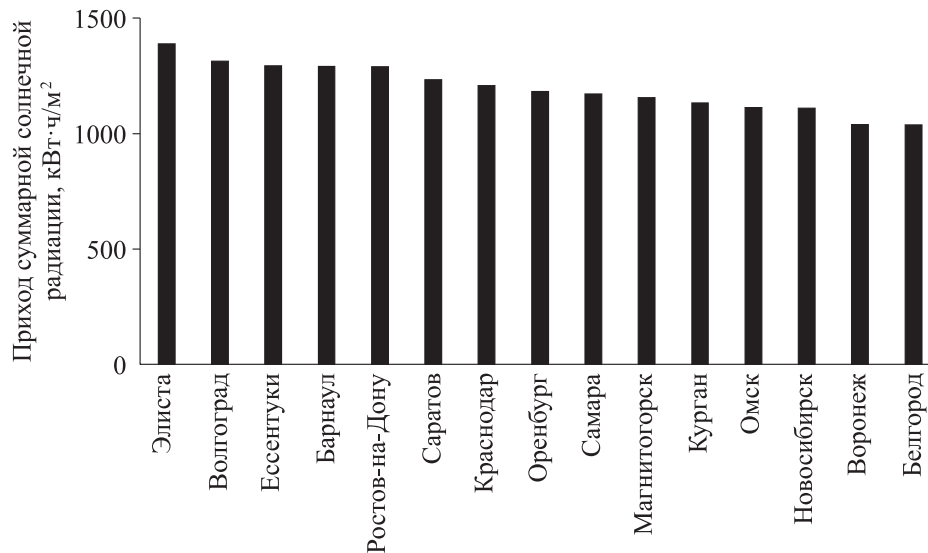


Рис. 1. Приход суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности в год в населенных пунктах степной зоны России.

продуктивного сельскохозяйственного производства. Агропромышленный комплекс степной зоны представлен растениеводством, специализирующимся на производстве зерновых, и животноводством мясомолочного направления. В результате здесь накапливаются большие объемы биомассы растительного происхождения и отходы животноводства, которые могут служить сырьем для изготовления биотоплива, значительная часть которого может быть использована для выработки энергии. Кроме того, в ряде регионов степной зоны России активно выращивают рапс и другие масличные культуры. Продукты их переработки также могут использоваться для производства биотоплива [19].

Малая гидроэнергетика, в отличие от традиционной, оказывает меньшую антропогенную нагрузку на территорию. Такие электростанции не требуют сверхвысоких капитальных вложений, а расходы на их строительство окупаются в короткие сроки. Однако важные недостатки малой гидроэнергетики для степной зоны России — это засушливый климат, ярко выраженная сезонность и преобладание равнинного типа местности. В связи с этим использование малой гидроэнергетики на территории степной зоны России крайне ограничено, в основном это направление представлено в Краснодарском и Ставропольском краях и Челябинской области. Также следует отметить, что в последние несколько

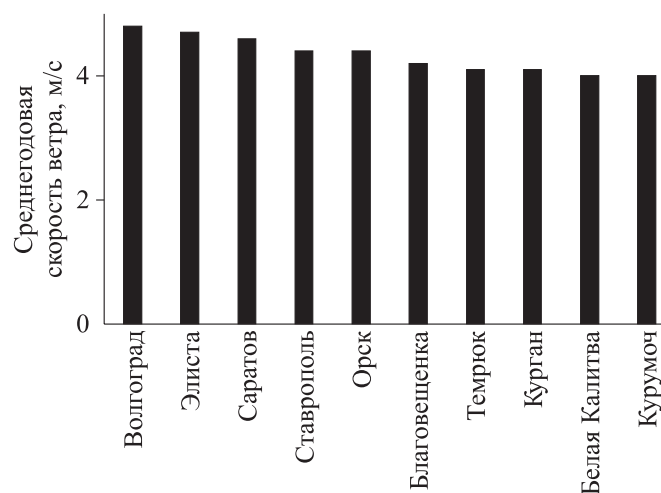


Рис. 2. Среднегодовая скорость ветра, равная или превышающая 4 м/с, в населенных пунктах степной зоны России.

десятилетий доля вырабатываемой на гидростанциях электроэнергии в общем энергетическом балансе постоянно снижалась, и в настоящее время все мощности малой гидроэнергетики (до 30 МВт) выведены из эксплуатации [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В степной зоне России с каждым годом доля альтернативных источников энергии становится все более весомой, темпы ее роста увеличиваются одновременно с заинтересованностью государства. По итогам 2019 г., в регионах степной зоны России установлено порядка 775 МВт мощностей, использующих альтернативные источники энергии (без учета большой гидроэнергетики), что составляет 1,4 % от всей мощности. При этом лидером в развитии альтернативной энергетики является Оренбургская область, где установлено 318 МВт мощности солнечных и ветряных электростанций (8 % от всей мощности в регионе) [21]. Более чем в два раза отстает Краснодарский край, мощность генерирующих установок здесь 150 МВт, или 6,6 % от региональной мощности. Также альтернативная энергетика активно развивается в Самарской и Саратовской областях, Республиках Башкортостан и Калмыкия, Ставропольском крае. В остальных регионах доля альтернативной энергетики незначительна, а в Воронежской, Челябинской, Курганской, Новосибирской областях и Алтайском крае она и вовсе отсутствует (рис. 3) [22, 23].

На основе анализа данных отдельно по каждому виду источников альтернативной энергетики выявлено, что наибольший вклад вносит солнечная энергетика. В степной зоне России сейчас действует 26 солнечных электростанций (СЭС) с установленной мощностью 600 МВт, что составляет 77 % от всей альтернативной энергетики на данной территории. Больше всего СЭС (13) установлено в Оренбургской области, и они обеспечивают практически всю выработку от общего объема альтернативных источников региона. Не меньшее значение развитию солнечной энергетики придается в Самарской области, здесь работает одна, но крупнейшая в России, СЭС. В Республике Башкортостан в настоящее время действуют четыре СЭС. Значительный потенциал для развития солнечной энергетики имеет Республика Калмыкия. В регионе много солнечных дней и очень мало традиционных источников энергии, при этом республика является энергодефицитной. В настоящее время здесь располагается две СЭС, на долю которых приходится 75 % от всей мощности в регионе. Немного

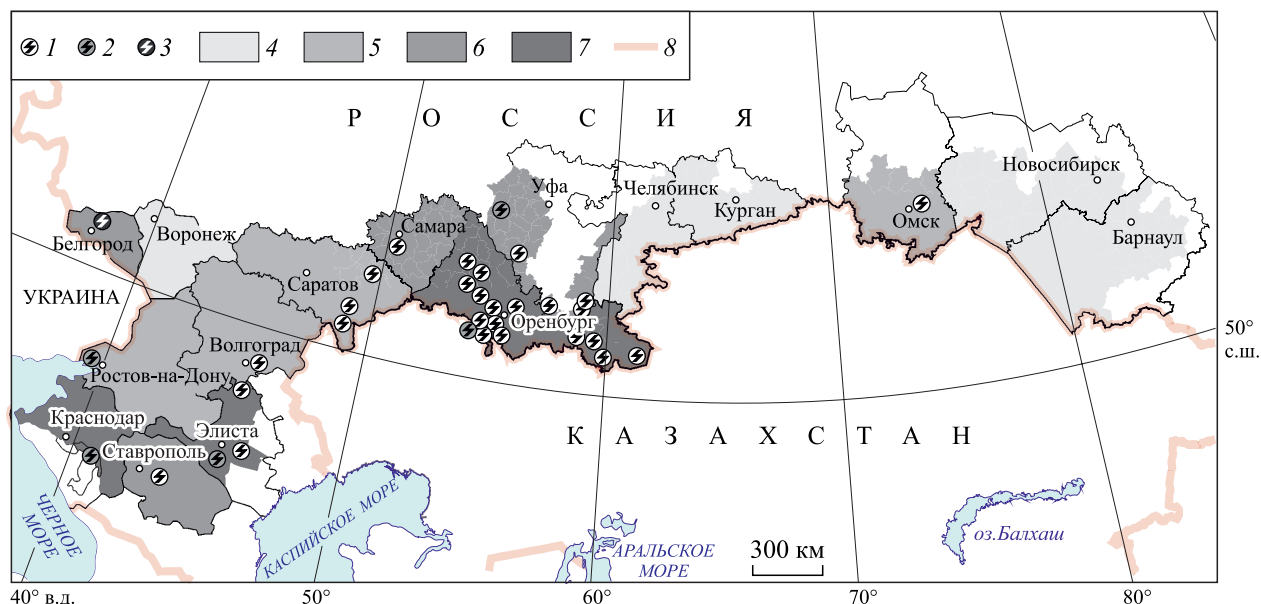


Рис. 3. Территориальная структура альтернативной энергетики в регионах степной зоны России.

Виды электростанций, использующих альтернативные источники энергии: 1 — солнечная электростанция, 2 — ветряная электростанция, 3 — биогазовая электростанция. Доля мощностей электростанций, использующих альтернативные источники энергии, %: 4 — 0–1, 5 — 1–5, 6 — 5–15, 7 — >15. 8 — государственная граница.

Таблица 1

Основные характеристики объектов альтернативной энергетики в регионах степной зоны России

Регион	СЭС / год ввода	ВЭС / год ввода	БЭС / год ввода	МВт
Оренбургская область	Переволоцкая, Орская, Сакмарская / 2015 Соль-Илецкая / 2016 Плешановская, Первомайская, Грачевская / 2017 Сорочинская, Новосергиевская, Елшанская / 2018 Григорьевская, Чкаловская / 2019 Светлинская / 2020	Тамар-Уткуль / 2013	—	318
Краснодарский край	—	Адыгейская / 2020	—	150
Самарская область	Самарская / 2018	—	—	75
Республика Башкортостан	Баймакская / 2015 Юлдыбаевская / 2016 Исянгуловская / 2017 Стерлибашевская / 2020	Тюпкильды / 2001	—	56
Ставропольский край	Старомарьевская / 2019	—	—	50
Республика Калмыкия	Малодербетовская, Яшкульская / 2019	—	—	50
Саратовская область	Орлов-Гайская, Пугачёвская / 2017 Новоузенская / 2018	—	—	45
Ростовская область	—	Беглица / 2018	—	16
Волгоградская область	Волгоградская / 2018	—	—	10
Белгородская область	—	—	Лучки / 2012	3,6
Омская область	Омский НПЗ / 2019	—	—	1,2

Примечание. Прочерк — объекты альтернативной энергетики отсутствуют.

отстают от лидеров Ставропольский край и Саратовская область, располагающие одной и тремя СЭС соответственно. В значительной степени недооценена солнечная энергетика в Волгоградской и Омской областях, в остальных регионах солнечная энергетика не развита (табл. 1).

Доля ветряной энергетики в степной зоне России пока остается невысокой. По состоянию на 2019 г. функционирует всего пять ветряных электростанций (ВЭС) с установленной мощностью 171 МВт. Крупнейший в России ветропарк расположен на территории Республики Адыгея. Он снабжает единую энергосистему Краснодарского края и Республики Адыгея. Установленная мощность Адыгейской ВЭС составляет 150 МВт. Остальные ВЭС небольшие по мощности и расположены в Ростовский и Оренбургской областях, а также в Республиках Башкортостан и Калмыкия (см. табл. 1).

Положительный аспект внедрения ветряных энергоустановок заключается в снижении выбросов в атмосферу загрязняющих веществ — ежегодно до 1,8 тыс. т CO₂, 9 т SO₂, 4 т NO₂ (по данным Wildlife Impacts of Wind Energy [24]). Однако развитие ветроэнергетики обладает рядом сдерживающих факторов: расстояние (прокладывание инфраструктуры от источника до потребителя целесообразно минимизировать), себестоимость (ветроэнергетика становится конкурентоспособным источником, когда цена нефти превышает 50 долл. за баррель).

Еще одно направление альтернативной энергетики, потенциал которого в степной зоне России еще не оценен в полной мере, — это биоэнергетика. В настоящее время в данной зоне работает всего одна биогазовая электростанция (БЭС Лучки) в Белгородской области с установленной мощностью 3,6 МВт. Действующая БЭС представляет собой пилотный проект, созданный для изучения и апробирования на практике опыта использования биогазовых технологий для утилизации отходов агропромышленного комплекса.

В настоящее время гидроэнергетический потенциал в степной зоне России полностью реализуется за счет традиционной гидроэнергетики, здесь располагаются крупнейшие гидроузлы России. Малая гидроэнергетика из-за ограничений природного характера так и не получила широкого развития. На современном этапе тут не действует ни одна малая гидроэлектростанция (МГЭС). Но так было не всегда. В конце XX в. здесь работали Зюраткульская (5,8 МВт), Порожская (1,3 МВт), Арга-

зинская (1,3 МВт) и Верхнеуральская МГЭС (1 МВт). Однако в связи с устареванием и износом оборудования данные МГЭС были выведены из эксплуатации.

По итогам приведенного анализа можно сделать вывод, что в степной зоне России достаточно солнца, ветра и биоресурсов, чтобы строить станции на этих источниках. Но суммарная установленная мощность объектов генерации на основе альтернативной энергетики в настоящее время составляет 1,4 % от всей энергетики региона. Тем не менее, к 2024 г., согласно государственной программе «Развитие энергетики», планируется увеличить установленную мощность объектов генерации на основе альтернативных источников энергии в 11,5 раза по отношению к уровню 2017 г. (по стране в целом). На данный момент утверждена схема размещения новых объектов энергетики, согласно которой до 2024 г. в регионах степной зоны России появится 49 новых электростанций на основе возобновляемых источников энергии, при этом их суммарная установленная мощность должна вырасти практически в 6 раз — с 775 до 4394 МВт.

Вероятность достижения целевых показателей в развитии альтернативной энергетики к 2024 г. невысока, но существенный прогресс в развитии все-таки будет. В некоторых регионах степной зоны России этот план будет практически выполнен. Наибольший вклад в развитие альтернативной энергетики внесет ветрогенерация, ее доля должна вырасти с существующих 0,3 до 5,9 %. Рост генерирующей мощности солнечной энергетики будет менее значительным, ее доля увеличится с 1,1 до 1,9 %. Таким образом, в структуре всей энергетики генерирующая мощность альтернативной энергетики возрастет с 1,4 до 7,8 % (рис. 4) [25, 26].

В региональном разрезе лидером в развитии альтернативной энергетики в степной зоне России должен стать Краснодарский край. Объемы генерируемой мощности солнечных и ветряных электростанций в перспективе вырастут почти в 10 раз: со 150 до 1495 МВт. При этом подавляющая доля мощности альтернативной энергетики будет приходиться на ветряные электростанции.

Более чем в два раза возрастет генерирующая мощность альтернативной энергетики в Оренбургской области — с 318 до 658 МВт. В регионе планируется построить как солнечные, так и ветряные электростанции.

Многokратный прирост генерирующей мощности запланирован в Республике Калмыкия, Ставропольском крае, Ростовской, Саратовской, Волгоградской областях и Республике Башкортостан. Для энергодефицитной Калмыкии, в которой практически отсутствуют даже традиционные генерирующие

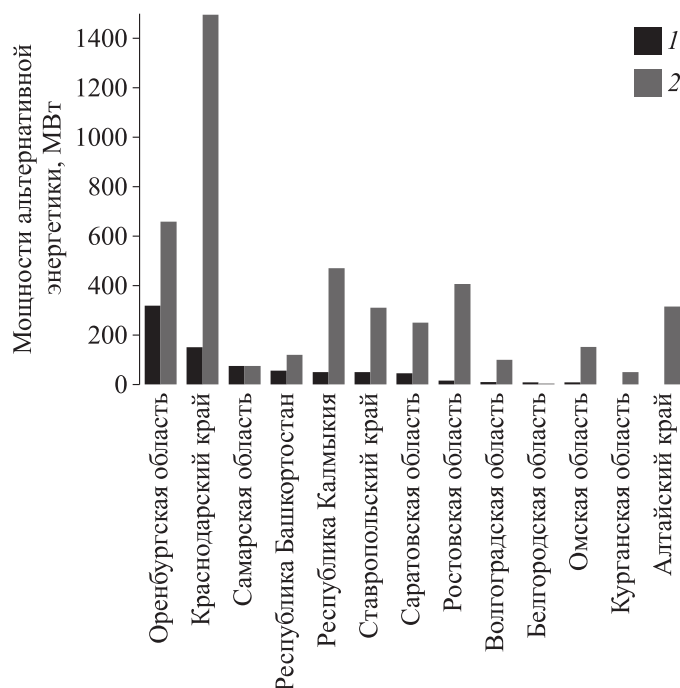


Рис. 4. Мощности альтернативной энергетики в степной зоне России.

1 — 2019 г.; 2 — прогноз на 2024 г.

мощности, ввод в эксплуатацию трех ВЭС и одной СЭС позволит полностью обеспечить нужды региона в потреблении электроэнергии. В Ставропольском крае помимо СЭС и ВЭС планируются к введению в эксплуатацию первые в степной зоне России МГЭС каскадного типа. В Ростовской и Саратовской областях прирост мощности альтернативной энергетики будет осуществлен за счет ввода шести ВЭС, а в Волгоградской планируется строительство четырех СЭС. В Республике Башкортостан в настоящее время ведутся работы над проектом СЭС и ВЭС.

В Самарской и Белгородской областях объем генерируемой мощности альтернативной энергетики не изменится в ближайшей перспективе, здесь не запланировано строительство новых электростанций. В Белгородской области по-прежнему продолжает действовать единственная в степной зоне России промышленная биогазовая установка мощностью 3,6 МВт. В Самарской области крупнейшая в России СЭС уступит первое место Саратовской СЭС после ввода ее второй очереди в 2023 г.

В Алтайском крае, Омской и Курганской областях в настоящее время отсутствует или практически отсутствует альтернативная энергетика. Здесь ожидается ввод существенного объема генерирующей мощности. В Алтайском крае планируется строительство пяти СЭС и двух ВЭС общей мощностью 315 МВт. В Омской области, где сейчас действует одна СЭС мощностью 1,2 МВт, также в перспективе будут введены в эксплуатацию СЭС и ВЭС совокупной мощностью 150 МВт. В Курганской области, где альтернативная энергетика отсутствует, в ближайшее время запланировано строительство ВЭС мощностью 50 МВт.

Несмотря на существенный потенциал альтернативной энергетики, в некоторых регионах степной зоны России по-прежнему отсутствуют планы ее развития. Так, в Воронежской и Челябинской областях производство электроэнергии, вырабатываемой посредством традиционных источников, избыточно, что представляет собой одно из препятствий в развитии альтернативной энергетики.

В целом для государства с помощью расширения частного партнерства открывается широкий круг возможностей развития сети электростанций на альтернативных источниках в связи с увеличением внутреннего спроса и снижением издержек производства. Оценку эффективности их использования в определенных районах необходимо проводить с учетом изолированности населенных пунктов от энергосистем, ухудшения экологической обстановки в связи с использованием углеводородов (добычей и переработкой), уровня рисков и будущей рентабельности относительно издержек по использованию традиционных источников [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Степной регион имеет высокий потенциал для размещения солнечных и ветровых энергоустановок, активное развитие в регионе предприятий агропромышленного комплекса также способствует внедрению биотопливных проектов. Степная зона обладает значительными территориями, где использование альтернативной энергетики целесообразно по экономическим и экологическим условиям.

Существенное препятствие на пути широкого использования ВИЭ — это значительная величина начальных капиталовложений, хотя впоследствии они окупаются за счет низких эксплуатационных затрат. Для сравнения себестоимости генерации электроэнергии различными видами источников используют показатель полной приведенной стоимости электроэнергии LCOE (Levelized Cost of Electricity) [28], при расчете которого учитывают все затраты инвестиционного и операционного характера на всем жизненном цикле электростанции (табл. 2).

На данный момент российские энергоустановки на альтернативных источниках по себестоимости ресурса превышают показатели стран, где развитие альтернативной энергетики идет более высокими темпами.

В настоящее время происходит активная трансформация энергетического сектора, высокими темпами возводятся солнечные панели и ветряки. И в связи со снижением стоимости оборудования эта тенденция будет усиливаться. В период до 2020 г. в регионах степной зоны России было смонтировано 775 МВт мощности альтернативной энергетики, и в ближайшие пять лет этот показатель должен увеличиться еще на 3619 МВт. И хотя важнейшим источником для генерации электри-

Таблица 2

Средняя расчетная себестоимость производства единицы электроэнергии на протяжении всего жизненного цикла электростанции от традиционных и возобновляемых источников в России и зарубежных странах, руб/(кВт·ч)

Источник энергии	Россия	Другие страны, использующие ВИЭ
Газ	2,4–4,25	9,7–12,9
Уголь	2,4–4,59	4,3–9,8
Солнце	24,5	2,3–2,8
Ветер	10,5–11,5	1,8–3,5

чества по-прежнему остается ископаемое топливо, уже сейчас темпы развития традиционных источников энергии существенно отстают от аналогичных показателей по солнечной и ветровой энергии.

Однако следует отметить, что фиксированная генерирующая мощность в альтернативной энергетике — это довольно условный показатель. Солнце не светит круглосуточно, а ветер дует с переменной скоростью. Поэтому реальное производство электроэнергии из возобновляемых ресурсов гораздо ниже, чем установленные мощности. По этому показателю альтернативные источники очень сильно отстают от традиционных. К тому же, будучи «зеленой» отраслью экономики, альтернативная энергетика нуждается в поддержке государства в виде популяризации и софинансирования [29].

В целом перспектива развития альтернативной энергетики широка, однако, чтобы использование энергии солнца и ветра действительно способствовало трансформации энергетического сектора, необходима помощь на государственном уровне. Благодаря этому альтернативная энергетика в регионах степной зоны России может стать самым быстрорастущим сегментом не только в энергетическом секторе, но и в экономике в целом.

Переход на альтернативные источники энергии станет не просто способом замены угля и нефти на энергию ветра и солнца, он потребует радикального переустройства системы энергопотребления и технологий производства. Это позволит сформировать на территориях сбалансированную экономику и природопользование с учетом пространственных особенностей.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания Института степи ОФИЦ УрО РАН «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» (AAAA–A21–121011190016–1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Statistical Review of World Energy 2020** [Электронный ресурс]. — <https://www.www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения 19.08.2020).
2. **The World Factbook** [Электронный ресурс]. — <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/> (дата обращения 14.08.2020).
3. **Порфирьев Б.Н.** Парадигма низкоуглеродного развития и стратегия снижения рисков климатических изменений для экономики // Проблемы прогнозирования. — 2019. — № 2. — С. 3–13.
4. **Беркулова С.Р.** Возобновляемые источники энергии в условиях новой промышленной революции: мировой и отечественный опыт // Мир новой экономики. — 2019. — № 13 (3). — С. 14–21.
5. **Шуйский В.П.** Мировые рынки возобновляемых источников энергии в первой половине XXI века // Рос. внешнеэконом. вестн. — 2010. — № 1. — С. 21–29.
6. **Терешина М.В., Вальвашов А.Н.** Стимулы и ограничения в развитии альтернативной энергетики на локальном уровне: зарубежный и российский опыт // Лесотехн. журн. — 2017. — № 27. — С. 274–289.
7. **Крюков В.А., Яценко В.А., Крюков Я.В.** Редкоземельная промышленность — реализовать имеющиеся возможности // Горная промышленность. — 2020. — № 5. — С. 68–84.
8. **Renewable & Alternative Fuels** [Электронный ресурс]. — <https://www.eia.gov/international/overview/world?fips=CH> (дата обращения 12.07.2021).
9. **Renewable Infrastructure Investment Handbook: A Guide for Institutional Investors.** December 2016 [Электронный ресурс]. — https://www3.weforum.org/docs/WEF_Renewable_Infrastructure_Investment_Handbook.pdf (дата обращения 14.08.2020).
10. **Либонтова Т.С., Акулова А.Ш., Галушко М.В.** Экономическая эффективность использования альтернативной энергетики // Символ науки. — 2019. — № 1. — С. 52–54.
11. **Bloomberg New Energy Finance** [Электронный ресурс]. — <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/> (дата обращения 13.07.2020).
12. **Российский рынок альтернативной энергетики** [Электронный ресурс]. — https://s.rbk.ru/v4_marketing_media/demo/9/61/115249157243619.pdf (дата обращения 16.07.2020).
13. **Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики»** [Электронный ресурс]. — <https://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения 12.07.2020).
14. **Фурсова И.В.** Возобновляемая энергетика получила допподдержку правительства [Электронный ресурс]. — <https://rg.ru/2018/12/11/vozobnovliaemaia-energetika-poluchila-doppodderzhku-pravitelstva.html> (дата обращения 06.06.2020).
15. **Зуев А.Г.** Альтернативная, энергоэффективная... // ТЭК России. — 2018. — № 5 [Электронный ресурс]. — http://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2018/5/478/ (дата обращения 14.06.2020).
16. **Оптимизация структуры земельного фонда, и модернизация природопользования в степных регионах России** / Отв. ред. А.А. Чибилёв. — Оренбург: Изд-во Ин-та степи УрО РАН, 2015. — Т. 4. — 196 с.

17. **Чибилёв А.А., Соколов А.А., Руднева О.С.** Топливо-энергетический комплекс Российско-Казахстанского трансграничного региона: современное состояние и перспективы развития // География и природ. ресурсы. — 2012. — № 4. — С. 13–20.
18. **Гзенгер Ш., Елистратов В.В., Денисов Р.С.** Ветроэнергетика в России: перспективы, возможности и барьеры // Науч.-технич. вестн. Санкт-Петерб. политех. ун-та. Естественные и инженерные науки. — 2017. — Т. 23, № 2. — С. 17–27.
19. **Кропачев А.Д.** Перспективы биотоплива в России как основного ВИЭ для «зеленой» энергетики // Акватерм. — 2018. — № 106. — С. 68–72.
20. **Красногорская Н.Н.** Использование малой гидроэнергетики как экологичного и энергоэффективного альтернативного источника энергии // Вестн. Казанск. технолог. ун-та. — 2015. — № 18. — С. 234–236.
21. **Географический атлас Оренбургской области** / Соколов А.А. — Оренбург: Изд-во Ин-та степи УрО РАН; РГО, 2020. — 160 с.
22. **Обзор** развития отрасли альтернативной энергетики в 2014 году. Спецвып. Информационно-аналитическая служба ОАО Корпорация «Развитие» [Электронный ресурс]. — belgorodinvest.ru/information_items_property_1531 (дата обращения 27.06.2020).
22. **Регионы России.** Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. — М.: Росстат, 2018. — 1162 с.
23. **Wildlife Impacts of Wind Energy.** U.S. Department of Energy [Электронный ресурс]. — <https://www.energy.gov/eere/wind/wind-rd-newsletter> (дата обращения 12.07.2021).
24. **Ершов Ю.А.** Инвестиционный климат и структура рынка в энергетическом секторе России // Бюро эконом. анализа. — М.: ТЕИС, 2005. — С. 24–26.
25. **Наумова Ю.В.** Альтернативная энергетика в России: что мешает развитию? // Проблемы теории и практики управления. — 2016. — № 10. — С. 57–61.
26. **Барина А.В., Ланьшина Т.А.** Особенности развития возобновляемых источников энергии в России и мире // Российское предпринимательство. — 2016. — Т. 17, № 2. — С. 259–270.
27. **Аналитическое исследование.** Альтернативная энергетика: перспективы развития рынка ВИЭ в России (2021). Группа «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» [Электронный ресурс]. — https://delprof.ru/upload/iblock/5c9/DelProf_Analitika_Rynok-alternativnoy-energetiki.pdf (дата обращения 14.07.2021).
28. **Яковенко А.Л.** Нужна ли России альтернативная энергетика? // Альтернативная энергетика и экология. — 2009. — № 3. — С. 107–116.

Поступила в редакцию 24.09.2020

После доработки 07.02.2022

Принята к публикации 29.03.2022