

ЭКСПОРТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СТРАНЫ ЕВРОСОЮЗА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

А. Э. Ковалев, Н. В. Ковалева

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, Саранск, Россия

Настоящее исследование посвящено вопросу развития возобновляемой электроэнергетики в РФ за счет развития экспортно-импортных взаимоотношений с Европейским Союзом. Авторы рассматривают комплексы показателей профицита электроэнергии во взаимосвязи с процентными соотношениями электроэнергии, производимой за счет возобновляемых источников, и делают выводы об эффективности экспорта как инструмента стимулирования развития внутренних рынков возобновляемых источников энергии. Посредством использования порогового корреляционного анализа доказана положительная взаимосвязь между темпами развития альтернативной энергетики и дефицитом электроэнергии в странах Евросоюза. Пример же России показал, что профицит электроэнергии ведет к значительному сокращению эффективности предприятий-генераторов. Таким образом, кооперация между РФ и пограничными странами ЕС поможет разрешить указанную проблему. Авторы отдельно подчеркивают потенциальную эффективность создания единого рынка между РФ и ЕС, который за счет механизмов экспорта и импорта обеспечит стабильное развитие электроэнергетического сектора в регионе.

Ключевые слова: *электроэнергия, экспорт, ВИЭ, профицит, дефицит, мощность, баланс.*

На сегодняшний день глобальная экономика сталкивается с многочисленными вызовами. Экономический рост уже давно перестал быть синонимом термина «развитие» в полной мере. Развитие будущего предполагает рациональное использование имеющихся мощностей и стратегическое видение в долгосрочной перспективе. Именно это предусматривает концепция устойчивого развития. В настоящее время данная концепция включает в себя комплекс целей, в числе которых отдельно выделяются задачи в сфере стабилизации мировой энергетики и развития возобновляемых источников электроэнергии¹.

Актуальность проблемы развития возобновляемой электроэнергетики неоднократно отмечалась экономистами и теоретиками устойчивого развития. Для России же развитие возобновляемой энергетики предстает не просто актуальным элементом обеспечения энергетической безопасности страны [5], но и структурной необходимостью для обеспечения конкурентоспособности отечественного народного хозяйства в системе глобальных

экономических отношений². Причины отставания России в рамках состояния отрасли возобновляемой энергетики и возможное решение данной проблемы за счет повышения экспорта электроэнергии в страны Евросоюза и является ключевой проблемой, которая будет рассмотрена в настоящем исследовании.

Проблема возобновляемой энергетики стала особенно актуальной на рубеже веков, когда развитые экономические системы поставили задачу по постепенному переходу на альтернативные источники электроэнергии. Во многом этому способствовали ученые-активисты, призвавшие наиболее развитые страны приступать к освоению различных видов возобновляемой энергетики. Так, в 1999 г. Джон А. Тернер в работе «A Realizable Renewable Energy Future» обозначил ключевые проблемы, с которыми может столкнуться отрасль в обозримом будущем и среди которых отдельно упомянуты вопросы аккумуляции запасов электроэнергии [11]. Значимость и эффективность возобновляемой энергетики в XXI в. уже не вызывала вопросов, и ученые все больше говорили о триедином положительно эффекте ее освоения. Генри Лунд в работе «Renewable energy strategies for sustainable development» одним из пер-

¹ ООН. Цели в области устойчивого развития. Цель 7: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/>).

² The official website of CIA: section «The World Factbook» (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>).

вых говорит о необходимости стратегического подхода к достижению цели углеродной нейтральности в Европейском Союзе [9]. В качестве возможных источников финансирования назывались экономия и повышение энергетической эффективности за счет замены традиционных источников топлива¹. Кроме того, с наступлением XXI в. авторы сконцентрировались на создании математических моделей развития возобновляемой энергетики. Так, канадским ученым Мэри Одиналп в 2002 г. разработана нейромодель становления сектора возобновляемой энергетики, которая позволяла предсказывать пиковые моменты потребления и тем самым регулировать столь значимый вопрос аккумулирования электроэнергии из возобновляемых источников [5]. С. Иниан, С. Джебара, Л. Сюганти и А. Ананд в 2020 г. представили улучшенную версию данной модели, включив в прогностические построения показатели ВВП и роста населения [8]. Среди отечественных авторов, изучающих развитие возобновляемой энергетики, следует выделить Л. Рыбакова, И. Тюхова [3], О. Козелкова [2] и т. д.

Вопросы экспорта электроэнергии, как инструмента стабилизации энергетической отрасли, стали активно разрабатываться во втором десятилетии XXI в. Лассе Эйсгрубер в работе «The resource curse: Analysis of the applicability to the large-scale export of electricity from renewable resources» предлагает решение проблемы накопления электроэнергии из возобновляемых источников за счет экспортных операций на едином энергетическом рынке Европы². Аналогичная работа была представлена Р. Грином и Н. Василякосом и касалась перспектив биржевых торгов электроэнергией из возобновляемых источников [8]. В рамках российских реалий такая идея не представляется возможной в связи со сложностью построения энергетического рынка. Однако вопросы перспективного создания единого энергетического рынка между Россией и ЕС поднимались рядом ученых. Председатель правления ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС» Борис Аюев в 2007 г. отметил, что такое сотрудничество будет носить высокоэффективный характер, а инфраструктура для подобного проекта уже существует со времен СССР [1].

Несмотря на значительный вклад зарубежных и отечественных ученых в развитие теорий взаимосвязи экспорта электроэнергии и состояния воз-

обновляемой энергетики, данная проблема остается крайне малоизученной, особенно с точки зрения математизации взаимоотношений между двумя данными экономическими понятиями. Исследование математической зависимости между профицитом/дефицитом электроэнергии, экспортом электроэнергии, как способом разрешения проблемы профицита, и состоянием сферы возобновляемой энергетики обозначает элемент научной значимости данной работы и позволит сделать практические выводы об эффективности и перспективности развития экспортных отношений в электроэнергетике между Россией и ЕС.

Объектом исследования являются энергетические комплексы Российской Федерации и стран Евросоюза.

Предметом исследования является совокупность экспортно-импортных взаимоотношений между Россией и РФ в сфере электроэнергетики как инструмента развития возобновляемой энергетики.

Цель исследования — продемонстрировать эффективность экспорта электроэнергии как инструмента стимулирования возобновляемой энергетики (на примере России и стран — членов Евросоюза).

Ключевой авторской гипотезой в рамках данного исследования, подлежащей эмпирическому доказательству, является тезис о том, что профицит/дефицит электроэнергии и состояние возобновляемой энергетики в стране являются глубоко взаимосвязанными экономическими категориями, а экспорт энергетических ресурсов является методом эффективного регулирования отношений между данными категориями.

Среди основных задач исследования необходимо выделить:

— оценку экспортных взаимоотношений РФ в области электроэнергетики и идентификация крупнейших партнеров в отрасли;

— сравнительный анализ методов решения проблемы профицита мощности электроэнергии на внутренних рынках;

— рассмотрение показателя дефицита/профицита электроэнергии в РФ и странах Европейского Союза;

— изучение степени развития возобновляемой энергетики в РФ и ЕС и сравнительный анализ рынков;

— корреляционный анализ коэффициента профицита электроэнергии и процентного показателя доли электроэнергии, производимой за счет возобновляемых источников.

Методы проводимого исследования: анализ и синтез, сравнение, статистические методы сбора

¹ Our World in Data, Oxford Martin School: Energy by Hannah Ritchie and Max Roser (<https://ourworldindata.org/energy#all-charts-preview>).

² Eurostat: European Commission Database (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>).

и анализа динамической и статической информации, графические методы (визуализация), моделирование, кластеризация, категоризация, регрессия, корреляция.

Рассмотрим распределение кумулятивной структуры экспорта электроэнергии РФ за 2005—2019 гг. по странам-контрагентам на рис. 1. Интенсивность цвета и ранги стран (от 1 до 15) обозначают объем потребления отечественной электроэнергии за указанный период. Карта дает понять, что технические возможности экспорта электроэнергии у России имеются со всеми приграничными территориями: что особенно характерно, поставки электроэнергии в Литву (2-е место за указанный период) осуществляются через территорию Латвии и со стороны Калининградской области. Данный факт создает предпосылки полагать, что признак наличия непосредственной территориальной сухопутной границы является существенным подспорьем в рамках обеспечения экспортной возможности, но не является обязательным в рамках осуществления поставок. Это подтверждает и пример Киргизии (15-е место за указанный период), которая вовсе не имеет общей границы с РФ. Данный вывод сразу же обозначает возможность образования экспортного партнерства с Польшей, которая является крупным потребителем электроэнергии в Восточноевропейском регионе. В целом рис. 1 подтверждает тезис, обозначенный во введ-

ной части настоящего проекта: страны ЕС на настоящий момент образуют кластер территорий, наиболее активно импортирующими российскую электроэнергию. Так, на конец 2019 г. на группу стран — членов Евросоюза (Финляндия, Латвия, Литва, Эстония) пришлось более 69,44% общего объема электроэнергетического экспорта. Это дает основание утверждать, что на сегодняшний день ЕС является крупнейшим партнером России в исследуемом сегменте [4].

В чем же причина того, что экспорт электроэнергии из России пользуется столь высоким спросом в ряде приграничных стран ЕС? Здесь можно упомянуть сразу несколько факторов, среди которых, например, выделяются цена, стабильность инфраструктуры и обеспеченность стран собственной генерацией [6]. Показатель профицита/дефицита электроэнергии и станет ключевым моментом настоящего исследования. Причин выбора данного показателя в качестве краеугольного несколько, но основная из них — обеспечение спроса. Экспорт электроэнергии с этого ракурса становится многогранным инструментом стабилизации и развития альтернативной электроэнергетики в стране. Разберем данный тезис более подробно.

Казалось бы, экспорт электроэнергии и развитие альтернативной электроэнергетики связаны косвенно, однако существует ряд ключевых закономерностей отрасли, которые делают два этих эко-



*Рис. 1. Кумулятивный экспорт электроэнергии из РФ за 2005-2019 гг. (более насыщенный цвет соответствует большим объемам экспорта в соответствующую страну)**

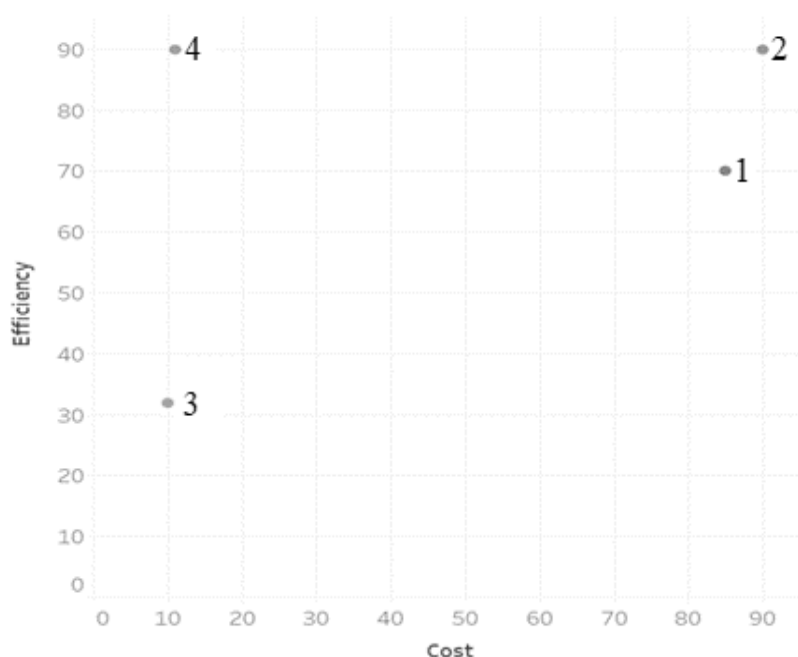
*Федеральная служба государственной статистики. Производство основных видов продукции в натуральном выражении (https://gks.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god17.html); Федеральная служба государственной статистики. Потребление электроэнергии в Российской Федерации (<https://www.gks.ru/storage/mediabank/el-potr.xls>).

номических явления глубоко взаимосвязанными. Проблема развития альтернативной электроэнергии зачастую кроется в лоббировании традиционной энергетики, которое возникает в связи с высокой конкуренцией на внутреннем рынке. Насыщенная конкуренция в сфере генерации электроэнергии, в свою очередь, характерна только при одном условии: избыток товара на рынке. Другими словами, спрос на дополнительную электроэнергию возникает тогда, когда она кому-то необходима. Напрашивается закономерный вывод о том, что строительство новых электростанций в условиях профицита электроэнергии на рынке сопряжено с барьерами в рамках инвестиционной привлекательности проекта. Если предложение на рынке превышает спрос, то встает вопрос о том, каким образом должен продвигаться продукт (ценовые ходы, локализация, терминация действующих проектов и т. д.). На этом этапе встает дилемма о том, как стимулировать развитие альтернативной энергетики, если инвестиционная привлекательность открытия заводов по производству таковой будет априори более низкой, чем могла бы быть в условиях ненасыщенного рынка. Именно эта ди-

лемма стоит на данный момент перед отечественной экономикой. Отобразим матрицу возможных способов решения данной проблемы по шкалам «Затраты» и «Эффективность» (рис. 2).

Матрица демонстрирует, что экспорт избыточной электроэнергии является существенно более результативным методом, поскольку он не сопряжен с ограничениями производственной активности действующих игроков на рынке и ценовыми преференциями со стороны государства [7]. Таким образом, остается лишь второй аспект вопроса экспорта электроэнергии: необходим ли ее дополнительный объем для стран-импортеров. Рассмотрим этот вопрос, приводя данные о коэффициенте профицита/дефицита электроэнергии в странах, которые выступают потенциальными контрагентами (табл. 1).

Особенностью основных потребителей отечественной электроэнергии (Финляндия и Литва), как показывает таблица, является систематический дефицит электроэнергии: среднее значение за период для Финляндии составляет 0,88; для Литвы — 0,81. При этом Польша, которая является высокоперспективной с точки зрения наращивания объемов



- 1 Государственные аукционы отбора мощности
- 2 Закрытие действующих заводов по традиционной генерации (газ, уголь, мазут, торф и т.д.)
- 3 Прямая ценовая конкуренция между производителями
- 4 Экспорт избыточно-произведенной электроэнергии

Рис. 2. Матрица Cost — Efficiency для различных инструментов решения проблемы профицита электроэнергии на внутреннем рынке*

*CBS. Statistics Netherlands. Energy consumption down in 2018 (<https://www.cbs.nl/en-gb/news/2019/16/energy-consumption-down-in-2018>).

Таблица 1

**Профицит/дефицит электроэнергии в РФ и ряде стран ЕС за 2006—2018 гг., %
(коэффициент, равный единице, эквивалентен абсолютному балансу)***

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Belgium	0,99	1,03	0,99	1,14	1,10	1,08	0,99	0,99	0,88	0,83	1,02	1,03	0,89
Bulgaria	1,61	1,48	1,51	1,52	1,65	1,72	1,62	1,53	1,64	1,66	1,50	1,45	1,49
Czechia	1,42	1,48	1,38	1,44	1,48	1,52	1,51	1,51	1,49	1,43	1,39	1,43	1,43
Denmark	1,32	1,14	1,07	1,12	1,17	1,08	0,96	1,08	1,02	0,91	0,95	0,96	0,95
Germany	1,17	1,17	1,18	1,16	1,15	1,13	1,16	1,19	1,19	1,22	1,22	1,23	1,22
Estonia	1,41	1,70	1,42	1,24	1,74	1,80	1,62	1,81	1,68	1,40	1,59	1,67	1,49
Ireland	1,09	1,10	1,14	1,12	1,11	1,09	1,11	1,05	1,05	1,11	1,16	1,15	1,13
Greece	1,11	1,11	1,08	1,08	1,04	1,10	1,14	1,13	0,99	0,99	0,99	0,99	1,04
Spain	1,18	1,18	1,20	1,19	1,20	1,18	1,22	1,21	1,19	1,18	1,14	1,12	1,11
France	1,29	1,27	1,25	1,20	1,21	1,28	1,25	1,25	1,30	1,29	1,24	1,24	1,29
Croatia	0,84	0,80	0,78	0,85	0,92	0,71	0,68	0,91	0,89	0,72	0,82	0,73	0,82
Italy	0,99	0,98	1,00	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,96	0,95	0,98	0,98	0,95
Cyprus	1,11	1,11	1,09	1,10	1,09	1,09	1,07	1,09	1,10	1,11	1,11	1,10	1,08
Latvia	0,80	0,72	0,80	0,91	1,07	0,98	0,90	0,94	0,78	0,86	0,99	1,16	1,01
Lithuania	1,32	1,43	1,37	1,63	0,59	0,48	0,50	0,46	0,42	0,46	0,38	0,36	0,29
Luxembourg	0,66	0,60	0,54	0,63	0,70	0,57	0,61	0,47	0,48	0,44	0,35	0,35	0,34
Hungary	0,98	1,07	1,07	1,02	1,04	0,99	0,95	0,83	0,80	0,79	0,82	0,82	0,78
Malta	1,22	1,24	1,25	1,27	1,16	1,17	1,18	1,15	1,12	0,62	0,40	0,71	0,82
Netherlands	0,89	0,93	0,95	1,05	1,06	1,01	0,93	0,92	0,95	1,01	1,04	1,05	1,01
Austria	1,06	1,06	1,08	1,17	1,15	1,06	1,15	1,08	1,05	1,03	1,06	1,09	1,05
Poland	1,33	1,28	1,22	1,24	1,22	1,23	1,22	1,22	1,17	1,19	1,16	1,16	1,12
Portugal	1,01	0,95	0,93	1,03	1,07	1,07	0,99	1,12	1,14	1,12	1,27	1,25	1,22
Romania	1,32	1,30	1,33	1,35	1,32	1,32	1,27	1,32	1,43	1,41	1,37	1,31	1,30
Slovenia	1,14	1,12	1,27	1,44	1,36	1,27	1,25	1,28	1,39	1,17	1,26	1,20	1,18
Slovakia	1,26	1,08	1,12	1,07	1,11	1,11	1,15	1,10	1,09	1,06	1,04	1,02	1,00
Finland	0,94	0,93	0,92	0,92	0,95	0,90	0,85	0,87	0,84	0,86	0,83	0,82	0,83
Sweden	1,07	1,11	1,14	1,08	1,10	1,18	1,28	1,20	1,23	1,27	1,19	1,26	1,25
Russia	1,02	1,01	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01

* The World Bank IBRD IDA. Electric power consumption (kWh per capita). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC>; Eurostat: Share of energy from renewable sources 2018 infograph (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_energy_from_renewable_sources_2018_infograph.jpg).

экспорта электроэнергии, демонстрирует снижение коэффициента профицита за период на 17%. При этом интересен следующий факт: в 2018 г. в Финляндии дефицит составил 17%, но экспорт из России покрывает лишь 8,5%. Следовательно, имеются значительные резервы по увеличению экспорта в текущие страны-контрагенты. Аналогичная ситуация наблюдается и в Литве, где в 2018 г. дефицит составил 71% [4].

Для России же характерен особенный подход к регулировке объема мощности на рынке. Благодаря активному использованию метода государственных аукционов мощности в 2019 г. около 30 ГВт оказались невостребованными и генерация,

по факту, была просто остановлена (по материалам Известия.ру). Это характеризует текущую систему управления генерацией в РФ как крайне неэффективную, поскольку простой заводов сопровождается огромными масштабами упущенной экономической выгоды. Именно об этой проблеме и велась речь выше: профицит электроэнергии в России не просто имеет место быть, но и носит глубоко негативный скрытый характер. В связи с этим данные федеральных органов статистики содержат ошибку репрезентативности, которая не дает возможности оценить масштабы реального неэффективного профицита электроэнергии в отечественной экономической системе. В рамках данного тезиса вопрос

о потенциально высокой экономической выгоде экспорта электроэнергии для российской экономики становится еще более острым.

Для того чтобы перейти к этапу оценки взаимосвязи между уровнем экспорта и степенью развития возобновляемой энергетики в ЕС, необходимо представить проценты производства электроэнергии за счет возобновляемых источников. Помимо этого, в данном сегменте мы сможем подробнее рассмотреть степень развития отрасли возобновляемой энергетики в РФ и процент выполнения государственных программ. Представим указанные данные в табл. 2.

Как показывает табл. 2, большинство стран ЕС достигли немалых результатов в рамках развития возобновляемой энергетики. Особенно выделяют-

ся примеры стран Скандинавии (Финляндия — 41,16%; Швеция — 54,65; Дания — 35,71), Балтики (Латвия — 40,29; Литва — 24,45; Эстония — 30,00) и ряда стран Центральной Европы (Германия, Австрия, Хорватия). Россия в данной таблице не представлена: результаты развития возобновляемой энергетики за последние 14 лет в нашей стране практически незаметны, а абсолютный рост составляет десятые доли процента¹. Однако для сопоставления текущих результатов и целевых показателей 2020 г. и сравнения показателей России со странами ЕС представим процентные соотношения на гистограмме (рис. 3).

¹ Возобновляемая энергетика получила допподдержку правительства (Российская газета: <https://tg.ru/2018/12/11/vozobnovliaemaia-energetika-poluchila-doppodderzhku-pravitelstva.html>).

Таблица 2

Процент электроэнергии, производимой за счет возобновляемых источников, в общем объеме потребления, 2006—2018 гг., %*

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Belgium	2,63	3,10	3,59	4,72	5,64	6,29	7,18	7,52	8,03	8,00	8,71	9,06	9,42
Bulgaria	9,42	9,10	10,35	12,01	13,93	14,15	15,84	18,90	18,05	18,26	18,76	18,70	20,53
Czechia	7,36	7,90	8,67	9,98	10,51	10,95	12,82	13,93	15,08	15,07	14,93	14,80	15,15
Denmark	16,34	17,75	18,55	19,95	21,89	23,39	25,47	27,17	29,31	30,84	31,84	34,72	35,71
Germany	8,48	10,05	10,09	10,87	11,69	12,47	13,56	13,77	14,39	14,90	14,89	15,47	16,48
Estonia	15,97	17,05	18,64	22,93	24,57	25,35	25,52	25,32	26,15	28,23	28,68	29,13	30,00
Ireland	3,03	3,46	3,93	5,18	5,71	6,65	7,05	7,62	8,60	9,11	9,26	10,59	11,06
Greece	7,46	8,25	8,18	8,73	10,08	11,15	13,74	15,33	15,68	15,69	15,39	16,95	18,00
Spain	9,14	9,66	10,74	12,96	13,81	13,22	14,29	15,32	16,13	16,23	17,43	17,56	17,45
France	9,34	10,24	11,19	12,22	12,67	11,02	13,44	14,04	14,58	15,01	15,68	16,01	16,59
Croatia	22,67	22,16	21,99	23,60	25,10	25,39	26,76	28,04	27,82	28,97	28,27	27,28	28,02
Italy	8,33	9,81	11,49	12,78	13,02	12,88	15,44	16,74	17,08	17,53	17,42	18,27	17,78
Cyprus	3,26	4,00	5,13	5,93	6,17	6,26	7,14	8,46	9,17	9,93	9,86	10,49	13,88
Latvia	31,14	29,62	29,81	34,32	30,38	33,48	35,71	37,04	38,63	37,54	37,14	39,02	40,29
Lithuania	16,89	16,48	17,82	19,80	19,64	19,95	21,44	22,69	23,59	25,75	25,61	26,04	24,45
Luxembourg	1,47	2,73	2,82	2,94	2,86	2,87	3,14	3,53	4,51	5,05	5,44	6,29	9,06
Hungary	7,43	8,58	8,56	11,67	12,74	13,97	15,53	16,21	14,62	14,50	14,32	13,52	12,49
Malta	0,15	0,18	0,20	0,22	0,98	1,85	2,86	3,76	4,74	5,12	6,21	7,27	7,98
Netherlands	2,78	3,30	3,60	4,27	3,92	4,52	4,66	4,69	5,42	5,66	5,83	6,46	7,39
Austria	26,34	28,18	28,86	31,02	31,20	31,56	32,68	32,77	33,65	33,54	33,37	33,14	33,43
Poland	6,89	6,93	7,71	8,66	9,25	10,30	10,90	11,37	11,50	11,74	11,27	10,96	11,28
Portugal	20,79	21,92	22,94	24,42	24,17	24,62	24,58	25,70	29,51	30,51	30,87	30,61	30,32
Romania	17,10	18,20	20,20	22,16	22,83	21,19	22,83	23,89	24,85	24,79	25,03	24,45	23,88
Slovenia	15,59	15,61	15,00	20,15	20,42	20,26	20,82	22,41	21,54	21,89	21,29	21,06	21,15
Slovakia	6,58	7,77	7,72	9,37	9,10	10,35	10,45	10,13	11,71	12,88	12,03	11,47	11,90
Finland	30,06	29,58	31,36	31,34	32,44	32,79	34,43	36,73	38,78	39,32	39,01	40,92	41,16
Sweden	42,45	43,93	44,67	47,88	46,96	48,25	50,23	50,80	51,87	53,01	53,37	54,20	54,65

*The official website of International Energy. URL: <https://www.iea.org/>; Salimova T., N. Guskova, Krakovskaya I., Sirota E. From industry 4.0 to society 5.0: challenges for sustainable competitiveness of Russian industry // IOP Conference Series: Materials Science And Engineering, 2019. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38677406>; Eurostat: Share of energy from renewable sources 2018 infograph. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_energy_from_renewable_sources_2018_infograph.jpg.

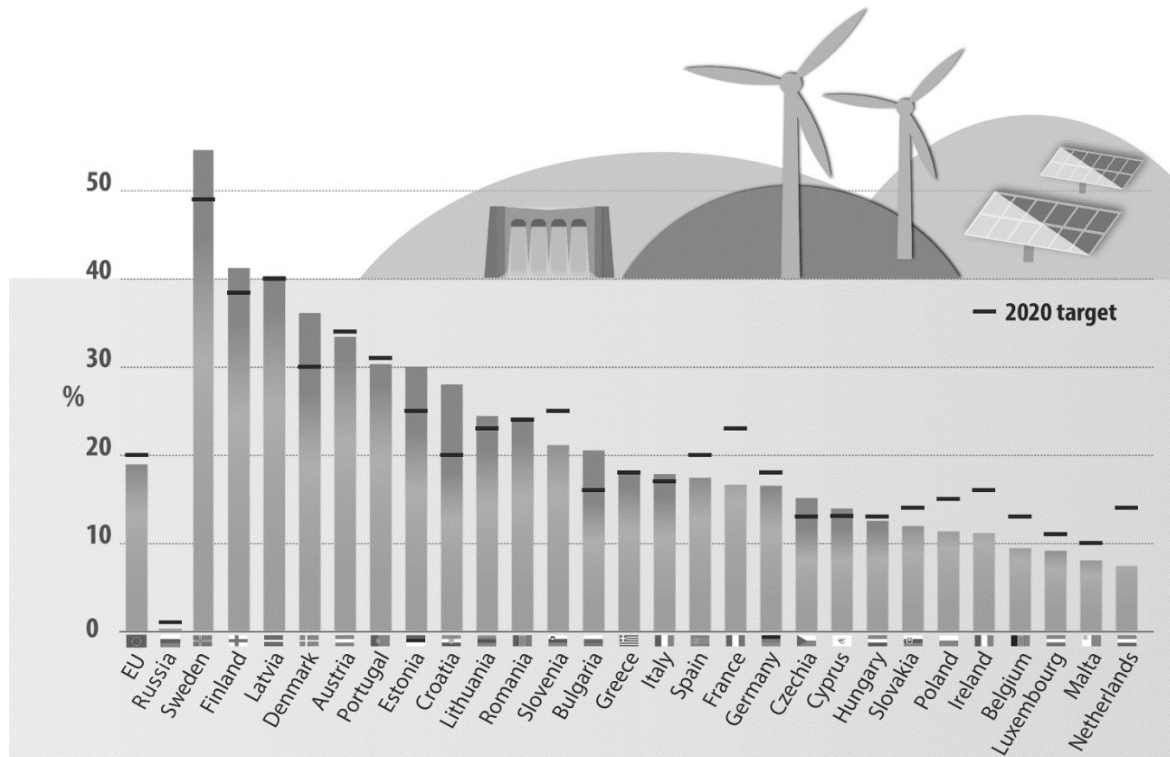


Рис. 3. Процент электроэнергии, производимой за счет возобновляемых источников, в 2018 г. (РФ и ЕС) и целевые показатели на 2020 г., %*

* Turner J. A. A realizable renewable energy future // Science. 1999. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.949.8071&rep=rep1&type=pdf>; Green R., Vasilakos N. Storing Wind for a Rainy Day: What Kind of Electricity Does Denmark Export? // The Energy Journal. 2012. URL: <https://www.iaee.org/energyjournal/article/2484>; Возобновляемая энергетика получила допподдержку правительства // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2018/12/11/vozobnovliaemaia-energetika-poluchila doppodderzhku-pravitelstva.html>.

На примере табл. 3 и рис. 3 можно наблюдать, насколько сильно отечественная экономика отстала от европейских партнеров. На конец 2018 г. в РФ около 0,23 % всей сгенерированной электроэнергии пришлось на возобновляемые источники электроэнергии. При этом целевой показатель 1 % на уровне 2020 г. видится недостижимым. Страны же Европейского Союза активно развиваются в направлении возобновляемой энергетики и готовятся достигнуть отметки 20 % к 2020 г. Здесь находит подтверждение вторая проблема, которой посвящено данное исследование: низкие темпы развития возобновляемой энергетики в отечественной экономике [10].

Таким образом, возникает замкнутая спираль, освещенная выше. Переизбыток неиспользуемой мощности на рынке снижает инвестиционную привлекательность возобновляемой энергетики, уменьшение которой, в свою очередь, создает сдвиг финансовых потоков в сторону развития и лоббирования традиционной энергетики. Можно ли решить данную проблему за счет наращивания

экспорта и урегулирования профицита на энергетическом рынке? Ответить на данный вопрос поможет корреляционный анализ коэффициента профицита электроэнергии и процентного показателя доли электроэнергии, производимой за счет возобновляемых источников на примере ретроспективы процесса в странах ЕС (2005—2018 гг.) (табл. 3). Большинство стран ЕС, как показывает табл. 3, имеют весьма высокие значения коэффициентов негативной корреляции между исследуемыми показателями. А данный фактор подтверждает гипотезу о том, что развитие альтернативной энергетики в среднем происходит куда более высокими темпами в странах с энергетическим дефицитом. Что характерно, особенно ярко эта тенденция видна на примере основных импортеров электроэнергии из России, Финляндии и Литвы. Средний коэффициент корреляции не настолько велик (–0,1592), однако это объясняется в первую очередь частичной ошибкой репрезентативности, которая возникает в выборке.

Таблица 3
Результаты корреляционного анализа
коэффициента профицита электроэнергии
и процентного показателя
доли электроэнергии, производимой за счет
возобновляемых источников в странах ЕС
(2005—2018 гг.)

Country	Correlation
Belgium	-0,4247
Bulgaria	-0,1238
Czechia	0,1138
Denmark	-0,7702
Germany	0,7219
Estonia	0,1725
Ireland	0,2678
Greece	-0,5889
Spain	-0,3888
France	-0,0084
Croatia	-0,1280
Italy	-0,5601
Cyprus	-0,2694
Latvia	0,4343
Lithuania	-0,8288
Luxembourg	-0,8750
Hungary	-0,6495
Malta	-0,8100
Netherlands	0,5433
Austria	-0,2076
Poland	-0,8342
Portugal	0,8793
Romania	0,5023
Slovenia	0,4182
Slovakia	-0,7923
Finland	-0,7942
Sweden	0,7028
AVG	-0,1592

В странах ЕС функционирует режим единой энергетической зоны, что позволяет обеспечить свободные перетоки электроэнергии между ее членами. Таким образом, терминация мощностей на уровне аукционов нехарактерна для рынка, а страны, исторически производившие электроэнергию в больших масштабах, имеют возможность практически беспрепятственной ее продажи соседям. Возникает ситуация, когда избыточные мощности стран с высокими показателями профицита являются не свидетельством нежелания развития возобновляемой энергетики, а фактором заграничного высокого спроса «на тариф». В связи с этим проведем повторный корреляционный анализ, ис-

ключив страны с профицитом, превышающим отметку доверительного интервала от балансного состояния на 10 % (табл. 4).

Таблица 4
Результаты корреляционного анализа
коэффициента профицита электроэнергии
и процентного показателя
доли электроэнергии, производимой
за счет возобновляемых источников в странах ЕС
(2005—2018 гг.), на доверительном интервале
+10 % от баланса производства — потребления

Country	Correlation
Belgium	-0,424670
Denmark	-0,770200
Greece	-0,588950
Croatia	-0,127960
Italy	-0,560120
Cyprus	-0,269380
Latvia	0,434312
Lithuania	-0,828840
Luxembourg	-0,875000
Hungary	-0,649450
Malta	-0,810030
Netherlands	0,543267
Austria	-0,207650
Slovakia	-0,792260
Finland	-0,794210
AVG	-0,448080

С исключением ряда стран, создающих диспропорцию в коэффициенте корреляции, средний коэффициент снижается до минус 0,44. Это значение уже высокое с учетом наличия ряда других факторов, которые влияют на развитие альтернативной электроэнергетики. Тем самым напрашивается вывод о том, что трансфер электроэнергии в сторону соседних стран действительно может стать инструментом регулирования объемов неэффективного профицита, который, кроме того, будет способствовать росту сравнительной инвестиционной привлекательности альтернативной электроэнергетики в отечественной экономике.

Развитие возобновляемой электроэнергетики, являясь одной из ключевых частей концепции устойчивого развития, на сегодняшний момент сталкивается с существенными барьерами в рамках российской экономики. Ключевыми проблемами в рамках развития отрасли становятся относительно высокая инвестиционная привлекательность и лоббирование энергетики, ряд неэффективных методов государственного регулирования (в частности, аукцион

мощностей) и скрытый профицит электроэнергии при отсутствии потенциальных договоренностей по его использованию. Излишне производимая электроэнергия не пользуется спросом, что приводит к «грубому» ограничению производственных мощностей на территории РФ. В таких условиях экспорт электроэнергии в страны Евросоюза предстает одним из наиболее эффективных методов решения данных проблем.

В первую очередь необходимо отметить эффективность экспорта электроэнергии с позиции возможности создания единого энергетического пространства РФ — Финляндия — Прибалтика — Польша, которое поможет удовлетворить комплексные интересы стран-участниц. На сегодняшний момент Финляндия и Литва являются крупнейшими импортерами российской электроэнергии, однако имеются значительные возможности по наращиванию экспорта в данный регион. Среди них можно выделить соответствующую инфраструктуру, наличие спроса на дешевую электроэнергию, территориальное соседство. Дополнительные договоренности внутри данного энергетического простран-

ства не только обеспечат дополнительный спрос, но и дадут дополнительную гибкость операторам энергетических рынков, расширяя возможности корректирования энергетических потоков и снижая риск перегрузки сетей, который зачастую отражается в повышенном уровне морального устаревания инфраструктуры.

С другой стороны, опыт стран Евросоюза на примере результатов данного исследования доказывает, что снижение профицита электроэнергии на внутренних рынках положительно отражается на степени развития альтернативной энергетики. Именно пример Финляндии и Литвы демонстрирует данную корреляционную взаимосвязь наиболее ярко, что дает основания полагать, что экспортные отношения между РФ и странами подчеркнутого выше региона дадут двусторонний положительный синергетический эффект и помогут в приближении к цели углеродной нейтральности, значимость которой в условиях стабилизации мировой и региональной климатической обстановки чрезвычайно высока.

Список литературы

1. Аюев Б. И. В едином ритме с Европой // *Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации*. 2007. № 4. С. 4—8.
2. Козелков О. В. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения // *Вестник современной науки*. 2017. Т. 1, № 1-1. С. 42—44.
3. Рыбаков Л. М., Тюхов И. И. Энергия для устойчивого развития: практикум по возобновляемым источникам энергии // *Малая энергетика*. 2011. № 3—4. С. 100—104.
4. Шипкова Н. С. Соколова, Ю. М. Развитие использования возобновляемых источников энергии // *Вестник научных конференций*. 2016. № 12-4. С. 208—209.
5. Aydinalp M., Ugursal V. I., Fung A. S. Modelling of the appliance, lighting and space-cooling energy consumptions in the residential sector using neural networks // *Applied Energy*. 2002. Vol. 71. P. 87—110.
6. Baldin S., Vido S. *De Environmental Sustainability in the European Union: Socio-Legal Perspectives*. Trieste: Edizioni Università di Trieste, 2020. 246 p.
7. Eisgruber L. The resource curse: analysis of the applicability to the large-scale export of electricity from renewable resources // *Energy Policy*, 2013. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513000980> (дата обращения 25.05.2020).
8. Iniyan S., Jebaraj S., Suganthi L., Samuel Anand A. Energy Models for Renewable Energy Utilization and To Replace fossil fuels // *Methodology*. 2020. URL: <http://ifco.ir/images/maghalat/R001.pdf> (дата обращения 25.05.2020).
9. Lund H. Renewable energy strategies for sustainable development // *Energy*. 2007. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054420600301X> (дата обращения 25.05.2020).
10. Salimova T., Guskova N., Krakovskaya I., Sirota E. From industry 4.0 to society 5.0: challenges for sustainable competitiveness of Russian industry // *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*. 2019. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38677406> (дата обращения 25.05.2020).
11. Turner J. A. A realizable renewable energy future // *Science*. 1999. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.949.8071&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения 25.05.2020).

Сведения об авторах

Ковалев Александр Эдуардович — аспирант кафедры менеджмента Национального исследовательского Мордовского государственного университета, Саранск, Россия. strongporcelain@gmail.com

Ковалева Наталья Валерьевна — аспирантка кафедры менеджмента Национального исследовательского Мордовского государственного университета, Саранск, Россия. bibin19@mail.ru

Bulletin of Chelyabinsk State University.

2020. No. 6 (440). *Economic Sciences. Iss. 69. Pp. 56—65.*

ELECTRICITY EXPORT TO THE EUROPEAN UNION AS A TOOL FOR RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT IN RUSSIA

A. E. Kovalev

National Research Mordovian State University, Saransk, Russia. strongporcelain@gmail.com

N. V. Kovaleva

National Research Mordovian State University, Saransk, Russia. bibin19@mail.ru

This study focuses on the development of renewable electricity in the Russian Federation through the development of export-import relations with the European Union. The authors consider the sets of indicators of the surplus of electricity with the percentage ratios of electricity produced from renewable sources and conclude export efficiency as a tool to stimulate the development of domestic markets for renewable energy sources. The threshold correlation analysis conducted in the paper demonstrates a positive relationship between alternative energy development and the energy deficit in EU countries. Meanwhile, Russian reality shows that the surplus of energy led to a drastic reduction of the generator's productivity. Hence, effective cooperation between Russia and the closest EU countries may help to resolve the issue. Especially productive might be the creation of an energy union between Russia and the EU, which provides an effective interchange system for sustainable development of the energy segment in the region.

Keywords: *electricity, export, renewable energy, surplus, deficit, power, balance.*

References

1. Ayuev B. I. (2007) *Operativnoe upravlenie v elektroenergetike. Podgotovka personala i podderzhanie ego kvalifikacii*, no. 4., pp.4—8. (In Russ.).
2. Kozelkov O. V. (2017) *Vestnik sovremennoj nauki*, vol. 1, no. 1-1. pp. 42—44. (In Russ.).
3. Rybakov L. M. (2011) *Malaya energetika*, no. 3—4. pp. 100—104. (In Russ.).
4. Shipkova N. S. (2016) *Vestnik nauchnykh konferencij*, no. 12-4. pp. 208—209. (In Russ.).
5. Aydinalp M., Ugursal V., Fung A. (2002) *Applied Energy*, vol. 71 (2), pp. 87—110.
6. Baldin S. Environmental Sustainability in the European Union: Socio-Legal Perspectives. *Edizioni Università di Trieste*, 2020. 246 p.
7. Eisgruber L. (2013) *Energy Policy*, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513000980> (accessed 25.05.2020).
8. S. Iniyan, S. Jebaraj L. Suganthi. (2020) *Methodology*, available at: <http://ifco.ir/images/maghalat/R001.pdf> (accessed 25.05.2020).
9. Lund H. (2007) *Energy*, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054420600301X> (accessed 25.05.2020).
10. Salimova T., Guskova N., Krakovskaya I., Sirota E. (2019) *Conference Series: Materials Science And Engineering*, available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38677406> (accessed 25.05.2020).
11. Turner J. (1999) *Science*, available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.949.8071&rep=rep1&type=pdf> (accessed 25.05.2020).