

РЫНКИ ТОВАРОВ И УСЛУГ

О. Ю. Бороздина¹

канд. техн. наук., доцент кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

И. И. Елисеева²

д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

Кай Мертинс³

д-р техн. наук, профессор, директор отдела управления предприятиями ИПК Общества Фраунгофер, Берлин

Ханс Риттингхаузен⁴

д-р техн. наук, профессор, менеджер по проектам ИПК Общества Фраунгофер, Берлин

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ, ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ

За последнее десятилетие в России накоплен определенный научный и практический опыт развития и продвижения проектов с использованием возобновляемых источников энергии. Ежегодно проводятся крупные и значимые мероприятия при поддержке и непосредственном участии руководителей и экспертов Министерства энергетики РФ, Российской академии наук, ОАО «РусГидро», Российского союза промышленников и предпринимателей, Российской ассоциации ветроиндустрии (РАВИ), ведущих университетов России. Только в 2010 г. прошли Международная выставка и конференция по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) и альтернативным видам топлива REenergy-2010 (май, Москва, Международный конгресс «Дни чистой энергии в Петербурге» (15–16 апреля, в рамках Форума по возобновляемой энергетике на Северо-Западе России); 3-я Международная конференция «Энергетика XXI: экономика, политика, экология» (12–14 октября в СПбГУЭФ), 2-я Национальная конференция по ветроэнергетике (12 ноября, Москва).

Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов и Институт производственных установок и конструкционной техники (ИПК) Общества Фраунгофера г. Берлина объединили свои усилия по разработке концепции использования энергии ветра в России, итогом которой должны стать конкретные проекты по производству и практическому внедрению ветроэнер-

¹ Эл. адрес: o_borozdina@rambler.ru

² Эл. адрес: irinaeliseeva@mail.ru

³ Эл. адрес: kai.mertins@ipk.fraunhofer.de

⁴ Эл. адрес: hans.rittinghausen-projekt@ipk.fraunhofer.de

гетических установок в России. Общество Фраунгофера является головным объединением институтов прикладных исследований Германии, и одним из главных направлений его деятельности является глобальное использование энергии ветра. Со своей стороны СПбГУЭФ имеет опыт в реализации научно-исследовательских проектов в области энергетики, в содействии диалога между производителями и потребителями энергии, организации дискуссионной площадки для обмена мнениями между представителями научного сообщества и энергетическими компаниями.

Цель нашей статьи заключается в том, чтобы всесторонне проанализировать тенденции мирового рынка электроэнергии, тенденции развития ветроэнергетики в мире, рассмотреть потенциалы и перспективы эффективного использования энергии ветра в России.

Быстро меняющиеся климатические условия из-за увеличения выбросов углекислого газа в атмосферу требуют более гибкого реагирования, которое должно выражаться в анализе сложившейся ситуации и поиске правильных путей решения. В России, в отличие от большинства европейских стран, проблема глобального потепления стоит далеко не на первом месте в силу ряда причин: достаточности запасов углеродного топлива, успешного развития ядерных технологий, консерватизма политиков и руководителей страны по отношению к новым, прогрессивным технологиям в энергетике.

Тем не менее первичные источники энергии, такие как нефть, природный газ и уголь, становятся все более дорогостоящими, и запасы их не безграничны. Использование же таких возобновляемых источников энергии, как ветровая, солнечная, геотермальная энергии, биомасса, не ограничено и становится все больше экономически оправдано. Не менее важна и другая глобальная проблема, о которой мы сказали выше и которая также решается с использованием возобновляемых источников энергии. Это уменьшение выбросов CO_2 , приносящих вред окружающей среде и приводящих к ускорению изменения климата.

Получить достоверную и достаточно точную оценку выбросов углекислого газа в атмосферу конкретного региона весьма проблематично в силу разнообразных факторов: специфики химических и физических процессов, особенностей технико-производственных характеристик оборудования, своевременности и правильности предоставления ответственными органами статистических данных по отраслям.

Последнее время по этой теме в Германии выполняется много научно-исследовательских работ, готовятся дипломные работы, магистерские и докторские диссертации. Но из-за вышеперечисленных сложностей полученные оценки выбросов CO_2 существенно различаются, поэтому мы в своей статье делаем ссылку на авторитетные источники, данные которых использованы нами для статистического анализа. По данным статистического обзора мировой энергетики, представленным ВР (Statistical Review..., 2010), и данным отчета национального и международного развития энергетики, представленным Федеральным министерством экономики и технологий Германии (Zahlen und Fakten..., 2010), нами проанализирована динамика эмиссии двуокиси углерода (CO_2) в России, Германии и в мире за последние 15 лет (табл. 1).

По значениям коэффициентов динамики выбросов двуокиси углерода, рассчитанных для России, явно выделяются два года: 1998 и 2009, относящиеся к периодам кризисов в экономике страны. И это понятно, так как кризисные явления влияют на производственно-хозяйственную деятельность всех отраслей экономики, что вызывает, в свою очередь, снижение производства и потребления энергии и уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу. Как видно из табл. 1, в период 1999–2008 гг. в России наблюдался стабильный рост

Таблица 1

Динамика эмиссии двуокиси углерода за 1995–2009 гг.

Год	Российская Федерация ¹		Федеративная Республика Германия ²		Все страны мира ³	
	млн т CO ₂	Коэф-т динамики (базисный)	млн т CO ₂	Коэф-т динамики (базисный)	млн т CO ₂	Коэф-т динамики (базисный)
1995	1696,1	1,000	903,4	1,000	23 523,1	1,000
1996	1638,1	0,966	926,3	1,025	24 262,8	1,031
1997	1538,9	0,907	894,7	0,990	24 441,8	1,039
1998	1526,3	0,900	888,7	0,984	24 348,7	1,035
1999	1533,1	0,904	861,7	0,954	24 636,5	1,047
2000	1544,2	0,910	864,7	0,957	25 300,2	1,076
2001	1555,2	0,917	893,2	0,989	25 500,3	1,084
2002	1564,4	0,922	921,8	1,020	25 949,9	1,103
2003	1604,2	0,946	922,2	1,009	27 105,4	1,152
2004	1605,8	0,947	905,0	1,002	28 379,5	1,206
2005	1593,3	0,939	887,7	0,983	29 270,5	1,244
2006	1636,4	0,965	897,1	0,993	30 054,5	1,278
2007	1650,0	0,973	871,9	0,965	31 022,6	1,319
2008	1680,8	0,991	862,5	0,955	31 551,6	1,341
2009	1535,3	0,905	795,6 ⁴	0,881	31 129,9	1,323

¹ По данным <http://www.bp.com/statisticalreview>² По данным <http://www.bmw.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html>³ По данным <http://www.bp.com/statisticalreview>⁴ По данным <http://www.bp.com/statisticalreview>

выбросов CO₂ в атмосферу, но пристального внимания со стороны правительства к этой проблеме не ощущалось.

Отметим, что за последние 15 лет наибольшее количество выбросов CO₂ в атмосферу в Германии было в 2002 г.: коэффициент роста составил 1,02, что означает увеличение эмиссии на 2% по отношению к 1995 г. Но впоследствии наблюдался стабильный спад выбросов в атмосферу из года в год, что хорошо объясняется политикой и активной деятельностью правительства страны. Федеральный закон о возобновляемых источниках энергии Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) был принят 29 марта 2000 г. и вступил в силу 1 апреля 2000 г. (EEG BGBl, Jg 2000, S. 305). Все законы опубликованы в бюллетенях федеральных законов Bundesgesetzblatt (BGBl), которые являются доступными. Последняя редакция закона была принята 25 октября 2008 г. и вступила в действие 1 января 2009 г. (EEG BGBl Teil I, Nr. 49, S. 2074, Jg 2008). Главная цель правительства Германии, которая нашла отражение в законе, – увеличить долю возобновляемых источников энергии к 2020 г. до 30%. В Закон о возобновляемых источниках энергии были внесены последние изменения 1 июля 2010 г. (EEG BGBl, Jg. 2010, S. 1170). Результатом целенаправленной деятельности явилось улучшение показателей энергоэффективности и снижение эмиссии в 2009 г. на 12% по отношению к 1995 г.

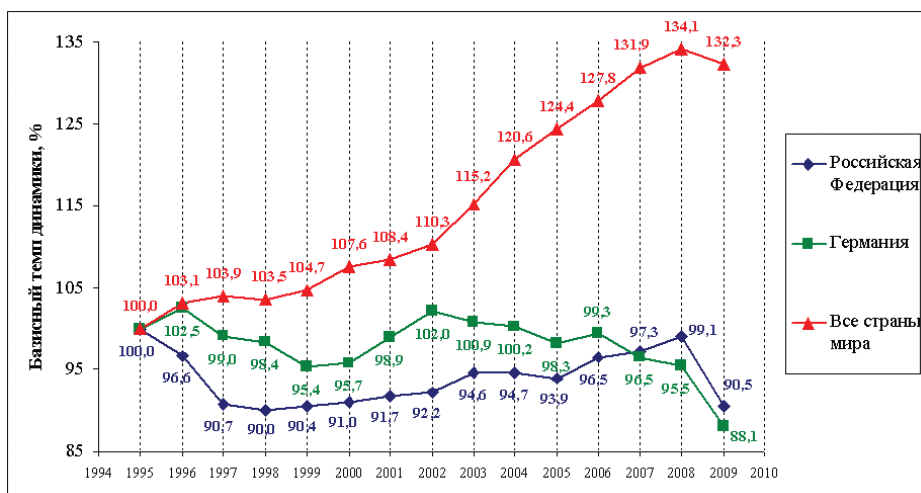


Рис. 1. Динамика выбросов углекислого газа (CO_2) в атмосферу за 1995–2009 гг.

Если рассматривать проблему загрязнения атмосферы глобально, т. е. по всем континентам мира, то она стоит довольно остро: как показывает статистический анализ, идет стабильное увеличение выбросов CO_2 . В 2008 г. выбросы увеличились 1,341 раза, т. е. наблюдался рост на 34,1%, по отношению к 1995 г., а в 2009 г. даже в условиях влияния мирового финансового кризиса по всем континентам увеличение выбросов произошло в 1,323 раза, или на 32,3% по отношению к 1995 г. Базисные темпы динамики, характеризующие динамику выбросов в атмосферу углекислого газа (CO_2) за 1995–2009 гг., представлены на рис. 1, который позволяет проследить вышеописанные тенденции. Проблема изменения климата из-за выбросов вредных отходов производства и жизнедеятельности человека становится с каждым годом все острее и острее.

Добывающие отрасли и производство энергии являются основными виновниками увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере и создания парникового эффекта. За счет этих отраслей, по оценкам экспертов ООН, создается 57% парникового эффекта, обусловленного антропогенными факторами.

Проанализируем динамику производства электроэнергии по всем континентам мира за последние 10 лет. Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о росте производства электроэнергии на всех континентах (Statistical Review..., 2010).

В 2009 г. на всех континентах, за исключением Азиатско-Тихоокеанского региона, наблюдался спад этого показателя, но этот спад различен по интенсивности на каждом континенте. Для более детального обсуждения этого процесса рассчитаем базисные коэффициенты динамики, определив 1995 г. как базисный, и для наглядности результаты представим графически (рис. 2).

Проведенные расчеты позволяют выделить три кластера по интенсивности развития за последние 10 лет. Первый кластер – мировые лидеры по производству электроэнергии – это страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Ближнего Востока. Надо заметить, что в данном случае мы не учитываем внутриконтинентальные различия в развитии стран. Второй кластер образуют два континента со средним уровнем динамики производства электроэнергии – страны Африки и Южной и Центральной Америки. Третий кластер – аутсайдеры в производстве электроэнергии – это страны Евразии и Северной Америки.

Таблица 2

Производство электроэнергии по континентам за 2000–2009 гг., млрд квт · ч¹

Континенты	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Азиатско-Тихоокеанский регион	4219,3	4420,4	4705,7	5084,8	5520,9	5967,2	6453,3	7012,0	7292,7	7512,1
Ближний Восток	461,6	488,5	520,8	546,0	577,8	623,9	663,0	705,6	749,0	756,3
Африка	438,2	453,7	481,1	507,3	538,7	560,5	585,9	612,1	636,9	631,0
Южная и Центральная Америка	799,5	787,0	811,6	854,7	901,3	937,8	988,1	1036,8	1071,5	1082,3
Европа и Евразия	4667,1	4761,3	4804,7	4926,7	5037,0	5116,9	5221,3	5300,9	5339,5	5070,0
Северная Америка	4794,1	4715,6	4859,2	4873,1	4977,9	5105,4	5113,8	5240,4	5246,6	5041,7

¹ Оценка показателя сделана на основе данных ВВП.

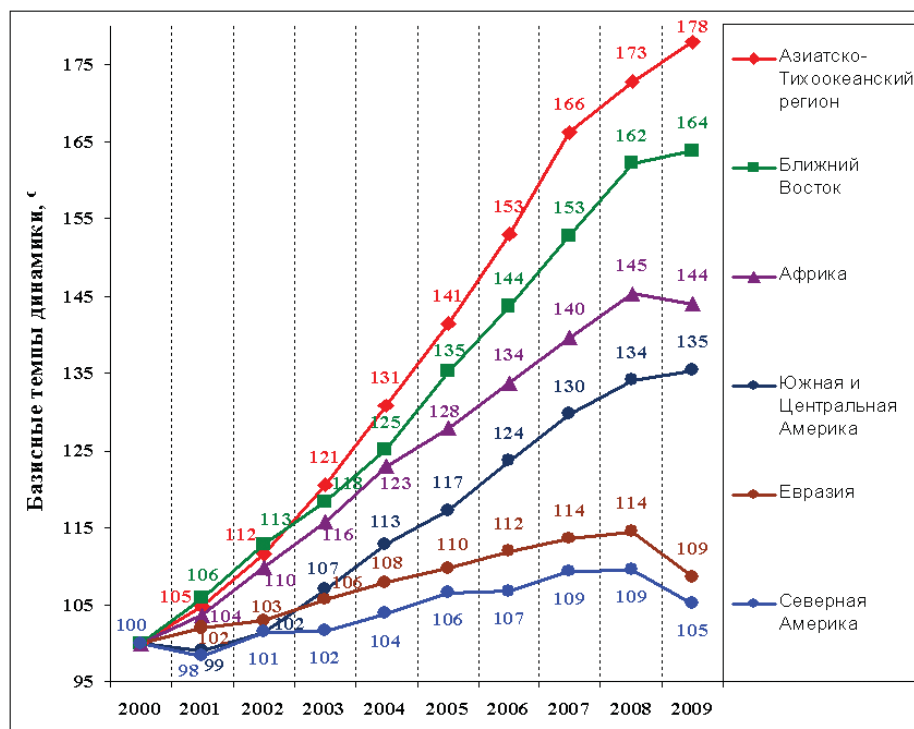


Рис. 2. Динамика производства электроэнергии по континентам за 2000–2009 гг.

По данным международной компании ВР (Statistical Review... 2010), в 2000–2008 гг. наблюдался стабильный рост потребления электроэнергии в мире, со средним темпом роста 3,6% в год. Мировой финансовый кризис в первую очередь отразился на энергетическом секторе, в связи с чем мировое потребление энергии упало на 1,2%, но уже начиная с 2010 г. прогнозируется ежегодный рост потребления энергии в мире на 3%.

Как уже отмечалось, одно из главных мест в научных исследованиях в Германии отводится оценке выбросов CO₂ в атмосферу различными производ-

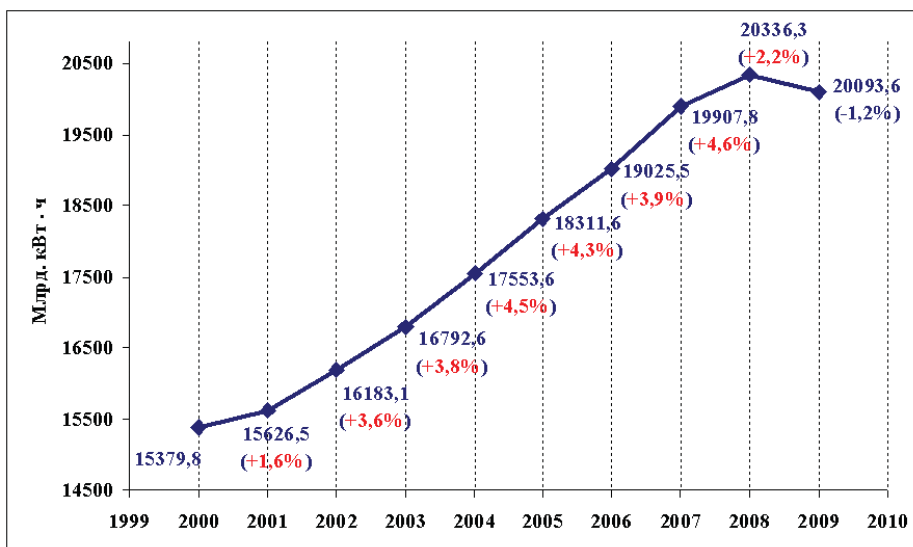


Рис. 3. Мировое производство электроэнергии за 2000–2009 гг.

ственными установками и приборами. В табл. 3 приведены результаты одного из исследований, в котором представлен сравнительный анализ выбросов углекислого газа в атмосферу различными видами электростанций в Германии при производстве одного кВт·ч (Хермингхаус, 2010).

Таблица 3

Анализ выбросов углекислого газа при производстве энергии различными электростанциями

Типы электростанций	CO ₂ – эмиссия, г/кВт·ч
Офшорные (морские) ветроэлектростанции	23
Ветроэлектростанции (береговые)	24
Солнечные электростанции (импорт энергии из Испании)	27
Атомные электростанции	32
Гидроэлектростанции (ГЭС)	40
Электростанции на солнечных элементах	101
Теплоэлектростанции (ТЭЦ), работающие на природном газе	148
Конденсационные электростанции (КЭС), работающие на природном газе	428
Теплоэлектростанции (ТЭЦ), работающие на каменном угле	622
Теплоэлектростанции (ТЭЦ), работающие на буром угле	729
Конденсационные электростанции (КЭС), работающие на каменном угле	949
Конденсационные электростанции (КЭС), работающие на буром угле	1153

Результаты сравнительного анализа наглядно показывают преимущества ветроэлектростанций, солнечных электростанций и гидроэлектростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии и дающих минимальное количество выбросов вредных веществ в атмосферу. Атомные электростанции занимают четвертую позицию, но не следует забывать о вредных отходах при производстве атомной энергии. Проблема утилизации этих отходов до сих пор не решена.

Прежде чем перейти к основной части концепции, связанной с оценкой потенциала и рассмотрением перспектив, обратим внимание на сложившиеся

тенденции в развитии ветроэнергетического сектора в мире, в Европе и, в частности, в Германии.

За последнее десятилетие использование энергии ветра в мире стремительно развивается, что можно подтвердить нашими результатами анализа динамических рядов, проведенного с использованием данных Всемирной ветроэнергетической ассоциации (World Wind Energy Report – 2009, 2010).

Установленная мощность мировой ветроэнергетической отрасли составила в 2009 г. 159,2 ГВт, что на 31,7% превышает мощность 2008 г. Это самый высокий темп динамики за период 2000–2009 гг. (рис. 4.) Средний темп прироста за этот период был равен 27,3%, что характеризует устойчивое развитие за последнее десятилетие сравнительно новой отрасли электроэнергетики в мире. Прогноз на 2010 г. также показывает положительный рост одного из главных показателей развития отрасли: установленная мощность составит 203,5 ГВт, т. е. возрастет на 27,8% по сравнению с 2009 г.

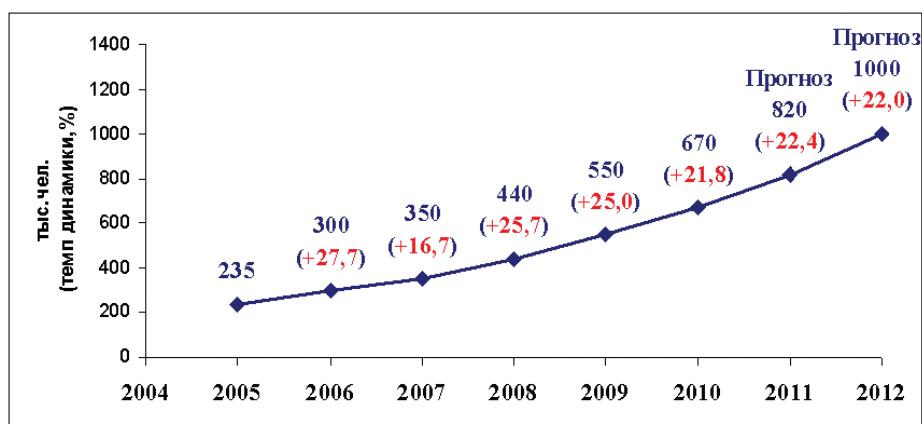


Рис. 4. Установленная мощность мировой ветроэнергетической отрасли за период 2000–2009 гг.

Рассмотрим показатели, характеризующие поступательное развитие ветроэнергетики в мире. В 2009 г. были введены новые ветряные электростанции общей мощностью 38,3 ГВт; годовая выработка электроэнергии всеми ветровыми турбинами в мире к концу года составила 340 ТВт·ч; товарооборот ветроэнергетического сектора – 50 млрд евро. На конец 2009 г. в различных подразделениях мирового ветроэнергетического сектора было занято около 550 тыс. чел. (рис. 5). Средний темп роста этого показателя за период 2005–2010 гг. составил 23,3 %, что также характеризует устойчивое развитие отрасли и определяет в будущем рост занятости населения в этом секторе. Ожидается, что число занятых в этой отрасли на конец 2010 г. составит 670 тыс. чел., а в 2012 г. достигнет 1 млн чел. Отметим, что большинство работающих в этой области являются высококвалифицированными специалистами в области энергетического машиностроения, приборостроения и современных информационных технологий. Тем самым новая отрасль является ведущим генератором новых рабочих мест в промышленности.

Прогноз установленных мощностей мировой ветроэнергетики в 2020 г. составит 647 ГВт, что в 4,1 раза превосходит уровень 2009 г. В соответствии с прогнозом, в 2030 г. мощность составит 2025 ГВт, что в 12,7 раза больше уровня 2009 г. (табл. 4). Проанализируем изменение структуры использования энергии

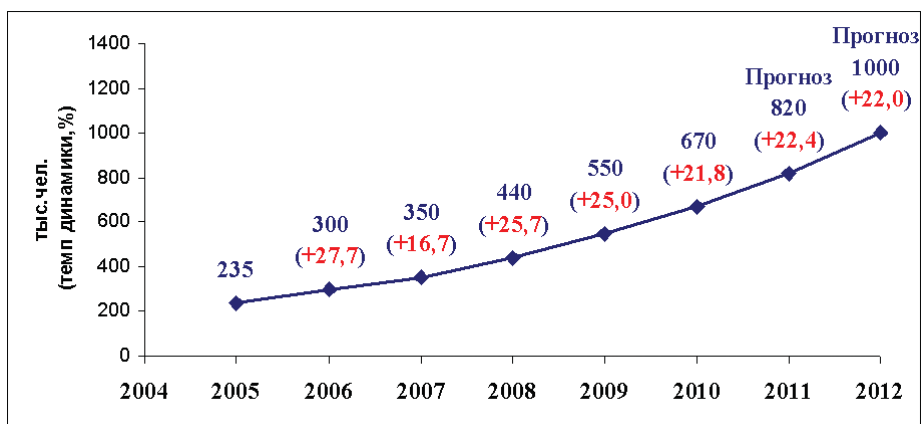


Рис. 5. Динамика числа занятых в мировом ветроэнергетическом секторе за период 2005–2012 гг.

ветра по континентам. Как показывают результаты расчетов коэффициентов структуры, наблюдается динамичное развитие ветроэнергетики на таких континентах, как Азия и Северная Америка.

Таблица 4

Установленная мощность в ветроэнергетической отрасли по континентам

Континент	2000		2009		За период 2000–2009 г.г.		Прогноз, ГВт	
	ГВт	В % к итогу	ГВт	В % к итогу	Средний коэф-т роста	Средний темп прироста, %	2020	2030
Европа	13,25	73,0	76,22	47,9	1,215	21,5	320	600
Азия	1,80	9,9	39,96	25,1	1,411	41,1	180	875
Северная Америка	2,80	15,4	38,48	24,2	1,338	33,8	103	328
Австралия и Океания	0,07	0,4	2,39	1,5	1,493	49,3	25	74
Латинская Америка	0,09	0,5	1,41	0,9	1,361	36,1	10	82
Африка	0,15	0,8	0,77	0,5	1,202	20,2	10	67
Всего	18,15	100	159,23	100	1,273	27,3	647	2025

Если в 2000 г. доля установленной мощности в Европе составляла 73,0%, в Северной Америке – 15,4%, в Азии – 9,9%, то в 2009 г. наблюдалось явное первенство Европы (47,9%), хотя в Европе за последнее десятилетие происходило стабильное развитие со средним темпом прироста, равным 21,5%. В 2009 г. доля использования энергии ветра в Азии составила 25,1%, и средний темп прироста за период с 2000 по 2009 г. составил 41,1%, в Северной Америке – 24,2 и 33,8% соответственно. В 2009 г. на первое место по вводам новых энерго мощностей вышел Китай, так как им было введено 14 ГВт и общая установленная мощность составила 26,0 ГВт. Китай занимает второе место (после США) в рейтинге стран по использованию энергии ветра, удваивая масштабы ввода мощностей ветроэлектростанций (ВЭС) уже четвертый год подряд. Динамичный прогресс в раз-

витии ветроэнергетической промышленности наблюдается и на таких континентах, как Австралия и Океания, которая имеет самый большой средний темп прироста за последнее десятилетие – 49,3%, Латинская Америка – 36,1% и Африка 20,2%. Уровень установленной в 2009 г. мощности ВЭС в Латинской Америке удвоился по сравнению с 2008 г., главным образом за счет Бразилии и Мексики.

Каждая вторая ветровая установка в мире находится в Европе. Как показывают результаты анализа рядов динамики за последнее десятилетие, в Европе ветроэнергетическая отрасль стабильно развивается (табл. 5).

Таблица 5

Установленная мощность в ветроэнергетической отрасли в Европе

Страна	2000		2009		За период 2000–2009 гг.	
	ГВт	В % к итогу	ГВт	В % к итогу	Средний коэффициент роста	Средний темп прироста, %
Германия	6,11	46,1	25,78	33,8	1,173	17,3
Испания	2,24	16,9	19,15	25,1	1,270	27,0
Италия	0,43	3,2	4,85	6,4	1,310	31,0
Франция	0,09	0,7	4,52	5,9	1,599	59,9
Великобритания	0,42	3,2	4,09	5,4	1,293	29,3
Остальные страны ¹	3,96	29,9	17,85	23,4	1,193	19,3
Всего	13,25	100,0	76,24	100,0	1,218	21,8

¹ Включая Россию и Турцию.

По размеру установленной мощности в 2009 г. лидируют Германия (33,8% от общей установленной мощности в Европе) и Испания – 25,1%.

Динамичный рост за последнее десятилетие наблюдается в таких странах, как Италия (средний темп прироста за 2000–2009 гг. равен 31,0%), Франция (59,9%) и Великобритания (29,3%).

Как видно из данных табл. 5, использование энергии ветра играло и будет играть центральную роль в энергетике Германии. В ноябре 2009 г. в Германии был запущен самый мощный в мире ветропарк в море «Alpha Ventus», состоящий из 12 ветряных турбин, расположенный в 45 милях от острова Боркум в Северном море. Он должен ежегодно вырабатывать 220 ГВт·ч электроэнергии, что достаточно для обеспечения энергией 50 000 домохозяйств. На этот проект германская фирма «Alpha Ventus» инвестировала 250 млн евро¹. Федеральное правительство Германии планирует установить к 2020 г. офшорных ветроэлектростанций общей мощностью 10 000 МВт и к 2030 г. – 25 000 МВт.

Прежде чем перейти к следующему этапу концепции использования энергии ветра – анализу природных и производственных потенциалов для развития ветроэнергетики в России, рассмотрим аргументы против использования энергии ветра в России, которые приводят российские политики, ученые и общественные деятели.

Одним из аргументов против развития ветроэнергетики в России называют отрицательное влияние электромагнитного излучения на человека, создание радиопомех для других технических средств. Эти вопросы не возникают ни в

¹ <http://www.alpha-ventus.de>

Германии, ни в странах Европейского союза, так как разработаны и действуют правовые документы, регламентирующие нормальную совместную работу ветроустановок и других работающих технических средств и защищающие здоровье населения. Все произведенные и установленные ветроэлектростанции должны соответствовать конкретным параметрам электромагнитной совместимости (ЭМС) технических средств, которые определены действующими европейскими Директивами. Так, 15 декабря 2004 г. Европейским парламентом принята Директива 2004/108/ЕС электромагнитной совместимости, заменившая существующую Директиву ЕМС 89/336/ЕЕС (от 15 декабря 1998 г.), в которой определяются требования к стационарным установкам для изготовителей, разработчиков и операторов ветровых турбин (Europäisches Parlament/Europäischer Rat, 2004).

В Германии Директивы ЕМС Европейского парламента находят отражение в национальном законодательстве. Например, в действующем документе — Законе об электромагнитной совместимости оборудования (*Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln*, 2008). Согласно этому закону в Германии установлен штраф до 50 000 евро за правонарушения электромагнитной совместимости.

Следующий аргумент против использования энергии ветра в России — отрицательное влияние на природу. Тема гибели птиц и летучих мышей из-за ветроустановок очень бурно и эмоционально обсуждалась в Германии в период 1999–2005 гг., когда еще не был накоплен достаточный опыт в планировании мест для установки ветровых турбин с учетом путей миграции птиц. Но и тогда ущерб был в 650–1200 раз меньше (по различным оценкам), чем от движущегося транспорта, воздушных линий передач, охоты и домашних кошек. Михаэл-Отто-институт Союза охраны природы Германии констатировал следующие факты, что в среднем приходится 0,5 погибших птиц на одну ветроустановку в год или погибает около 8000 птиц ежегодно, при этом 5–10 млн птиц погибает ежегодно от дорожного движения и опор высоковольтных линий электропередачи (*Michael-Otto-Institut im Naturschutzbund Deutschland*, 2004, S. 35).

В 2006 г. доктором Германом Хёткером проведено обследование «Воздействие реконструкции ветроустановок на птиц и летучих мышей», главной задачей которого был анализ и обобщение результатов 180 исследований в 10 странах, осуществленных в течение более чем десяти лет (Hötker, 2006, S. 5). Интересен отмеченный им факт, что из 180 научных работ в этой области 107 исследований выполнены в Германии, 31 — в США, 11 — в Испании, 8 — в Бельгии, 6 — в Великобритании. В работе доктора Хёткера проведена статистическая обработка данных с использованием компьютерной программы SPSS и сделаны выводы, что современные, более высокие и более мощные ветроустановки способствуют повышению безопасности для птиц и летучих мышей. Как отмечает автор, в большинстве случаев во время выводка птенцов реконструкция ветроустановок имеет положительные воздействия, для других же периодов времени исследования рекомендуется продолжать. Экологи отмечают, что правильное и рациональное использование возобновляемых источников энергии способствует сохранению и защите флоры и фауны. Таким образом, при строительстве новых ветроэлектростанций обязательно учитывается орнитологическая экспертиза, и ущерб, который и так по сравнению с другими причинами гибели птиц невелик, сводится к минимуму.

По данным Всемирной ветроэнергетической ассоциации (WWEA), Россия в 2009 г. заняла 54-е место в мире по суммарной установленной мощности ВЭС (*World Wind Energie Report*, 2009). В настоящее время суммарная установленная

мощность ветроэнергетических станций (ВЭС) в России составляет около 16,5 МВт, что в полторы тысячи раз меньше, чем в Германии (25777 МВт).

Существующие климатические условия, тщательно исследованный потенциал ветра, обширная территория страны, прогнозируемое повышение спроса на энергию являются сопутствующими факторами, благоприятствующими развитию ветроэнергетической отрасли в России. Внимание правительства России к развитию возобновляемых источников энергии не столь сильное, как в Германии, но нельзя не отметить тот факт, что за последние три года руководство страны утвердило ряд значимых правовых документов по этому направлению. Так, например, 4 ноября 2007 г. правительством внесен ряд существенных поправок в Федеральный закон № 35 «Об электроэнергетике», касающихся системы поддержки возобновляемых источников энергетики. В Законе были отражены основные направления, принципы и методы поддержки возобновляемых источников энергии, такие как выпуск сертификатов, подтверждающих определенный объем генерации на основе возобновляемых источников, с последующим погашением.

Последнее событие, касающееся поддержки руководством РФ развития и использования возобновляемых источников энергии, произошло 20 октября 2010 г. Правительство РФ утвердило критерии для предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии, лицам, которым такие объекты принадлежат на праве собственности или на ином законном основании (постановление Правительства РФ от 20 октября 2010 г. № 850).

Перейдем к обоснованию имеющихся в России потенциалов для развития ветроэнергетической отрасли: природных, экономических и производственных.

Оценка энергетической и экономической эффективности использования энергии ветра в различных регионах России приведена в Национальном кадастре ветроэнергетических ресурсов России, который является результатом работы российских и советских специалистов и метеорологов (Николаев, Ганага, Кудряшов, 2008). В Кадастре приводятся сведения, полученные эмпирическими и расчетными методами динамических и энергетических характеристиках ветра, которые позволяют достаточно точно оценить ветроэнергетический потенциал отдельных регионов и России в целом. Технический потенциал ветроэнергетических ресурсов Российской Федерации составляет порядка 1637 ГВт. Гипотетическая суммарная выработка при этом могла бы составить 14342 ТВт·ч/год, что в 15 раз больше реальной выработки всех электростанций России. Разработанный Кадастр представляет особую ценность для определения целесообразности практического использования ветроэнергетических установок на территории Российской Федерации. Построен атлас среднегодовой скорости ветра по регионам России, согласно которому перспективны для ветроустановок озеро Байкал, Алтай, Карелия, Тыва, Камчатка, Сахалин, Астраханская, Архангельская и Ленинградская области, Республика Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская и Волгоградская области и другие регионы. Приведем аргументы, подтверждающие актуальность развития ветроэнергетической отрасли в России (табл. 6).

Ветроэнергетика может выступить в качестве локомотива развития таких отраслей, как машиностроение (башни ветроустановок), энергетическое машиностроение (генераторы), химическое производство (различные типы волокон).

Таблица 6

Актуальность развития ветроэнергетической отрасли в России

Составляющая	Обоснование
Энергетическая	<ul style="list-style-type: none"> • строительство за более короткий срок, чем ТЭС и АЭС; • повышение энергетической безопасности (степень износа системы электроснабжения 48,5%); • энергообеспечение в зонах децентрализованного и нестабильного централизованного энергоснабжения; • использование энергоэффективных технологий
Экономическая	<ul style="list-style-type: none"> • снижение себестоимости электроэнергии; • снижение затрат на производство энергии в северных районах; • развитие высокотехнологичных производств
Экологическая	<ul style="list-style-type: none"> • снижение выбросов в атмосферу парниковых газов и вредных веществ (1 ВЭС мощностью 1 МВт уберегает от 1800 т выбросов CO₂ в год). • сохранение энергоресурсов для следующих поколений; • положительный пример для подрастающей молодежи
Социальная	<ul style="list-style-type: none"> • возможность сдерживания роста тарифов на электроэнергию и тепло; • создание новых рабочих мест в промышленности; • повышение качества жизни населения
Политическая	<ul style="list-style-type: none"> • выполнение Киотского протокола, подписанного президентом В. Путиным 4 ноября 2004 г.

В отечественном энергетическом машиностроении имеется большой опыт в разработках газовых, паровых и водяных турбин, генераторов для производства электроэнергии.

В России крупнейшими центрами энергетического машиностроения являются Санкт-Петербург, Москва, Ленинградская и Московская области. К авторитетным научно-исследовательским и проектно-конструкторским организациям в области энергомашиностроения в России относится ОАО «Силовые машины», созданное в 2000 г., которое объединило технологические, производственные и интеллектуальные ресурсы таких известных российских предприятий, как Ленинградский металлический завод, «Электросила», Завод турбинных лопаток, Калужский турбинный завод, НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова. Используемые на этих предприятиях производственные разработки соответствуют современному состоянию техники. Имеющийся опыт может быть применен для конструирования ветровой турбины в диапазоне мощностей от 2 до 5 МВт.

Для строительства ветровых электростанций в России имеются все технологии для производства ветровых турбин (сталь, генераторы, редукторы), кроме лопастей и систем управления. При этом имеет смысл рассмотреть вопрос о трансфере европейских технологий для производства лопастей ветроустановки, систем управления и контроля. Это может быть обеспечено Институтом производственных установок и конструкционной техники (ИПК) Общества Фраунхофера г. Берлина.

Перейдем к последнему этапу концепции – перспективы использования энергии ветра в России. Для обоснования актуальности развития ветроэнергетической области рассмотрим схему основной электрической сети, представленной на рис. 6.

Как видно из рис. 6, электросети в России развиты не настолько, чтобы подключить отдаленные районы. Ветроустановки целесообразно было бы использовать для энергообеспечения в зонах децентрализованного и нестабильного централизованного энергоснабжения для таких стратегических мест, как оборонные объекты и пограничные заставы (только не вблизи радарных установок и аэродромов), морские порты и причалы, метеорологические станции, посел-

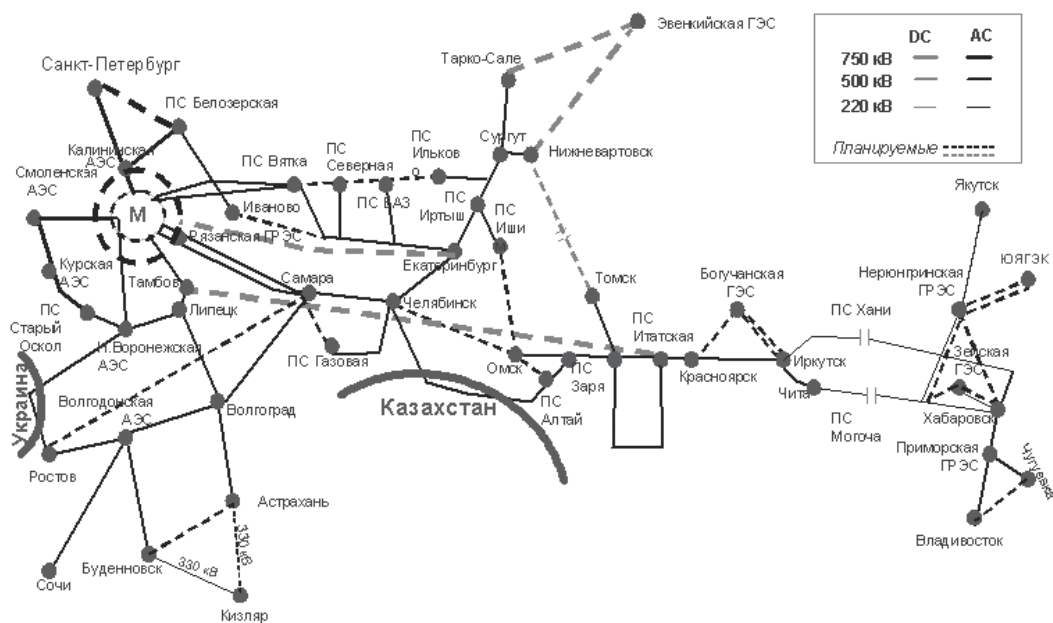


Рис. 6. Развитие электрических сетей

ки нефтяников и газовиков, а также для удаленных сельхозпредприятий и рыболовных хозяйств.

Электрические сети в России не предназначены для флуктуаций (колебаний), которые происходят при производстве электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии. Это обстоятельство было и остается одним из аргументов против развития ветроэнергетической отрасли в России. Но и эти трудности на сегодняшний день решаются за счет внедрения новых технологических разработок – накопителей энергии. Одно из новых перспективных направлений Общества Фраунгофера является проектирование и конструирование аккумуляторов – накопителей энергии, производительность, емкость и эффективность которых соответствует сохранению энергии ветровых турбин.

Аккумуляторы помогут сохранять и передавать энергию, сбалансировать колебания в сети при использовании возобновляемых источников энергии. Использование накопителей энергии экономически выгодно, так как они компенсируют нерегулярное производство энергии и делают использование аккумуляторов важным плацдармом для энергетической безопасности завтрашнего дня. Отметим преимущества аккумулятора Redox-Flow Batterie, имеющую эффективность (>75%); длительный срок службы; более 10000 циклов зарядки; гибкую модульную конструкцию; быстрое время реагирования; низкие затраты на обслуживание; низкий уровень саморазрядки, если она не работает.

Использование ветровых установок с накопителями энергии, не имеющими доступа к электрическим сетям, также является эффективным и перспективным, так как может быть использовано при подключении малонаселенных регионов России к электросетям.

Ветровые турбины рентабельны при эксплуатации, поскольку при средней цене электроэнергии 3,00 руб./кВт·ч, срок окупаемости составляет около 7,4 года (табл. 7). При расчете срока окупаемости не учитывался тот факт, что

инвестиционные затраты для производства ветровых турбин и аккумуляторов в России смогут быть быстро покрыты, если они будут производиться в больших количествах.

Таблица 7

Обоснование срока окупаемости ветровой установки и аккумулятора

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя для	
		Ветровой установки	Аккумулятора
Мощность	МВт	3	2
Продолжительность работы, ч в год	ч	2150	4380
Продолжительность работы, % от всех часов в году	%	25	50
Производительность электроэнергии в год	МВт • ч	6450	7300
Средняя цена на электроэнергию России	руб./кВт • ч	3	3
Капитальные вложения в расчете на 1 кВт	руб./кВт	48 000	84 000
Общие капитальные вложения	тыс. руб.	144 000	240 000
Чистый доход	тыс. руб.	19 350	21 900
Срок окупаемости	лет	7,4	11,0

Монтаж и подготовка к эксплуатации ветроэнергетической установки занимает от трех до семи дней, возведение фундамента – от двух недель до одного месяца. Короткий срок строительства ВЭС является одним из положительных аргументов в пользу инвестирования ветроэнергетического сектора.

Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов долгие годы поддерживает тесные связи в области научных исследований с ведущей нефтегазодобывающей компанией ОАО «Газпром». Поэтому одной из важных задач нашего исследования является использования ВЭС в транспорте газа. Проблемы, которые есть сегодня у ОАО «Газпром» и которые могут быть решены за счет использования ветроэлектростанций:

- низкая надежность электроснабжения от электрических сетей региона;
- неудовлетворительное состояние электрических сетей;
- большие затраты на технологическое присоединение;
- отсутствие генерирующих мощностей в регионах строительства новых магистральных газопроводов и компрессорных станций;
- повышение цен на природный газ для внутренних потребителей;
- повышение тарифов на электрическую энергию, увеличение платы за мощность.

Путем развития ветроэнергетики можно добиться рационального использования запасов нефти и газа, тем самым оптимизировать российскую систему производства энергии. Это позволит укрепить позиции России на мировом энергетическом рынке, поддержать экспортный потенциал углеводородов и в то же время уменьшить эмиссию углекислого газа. Конечно, главная роль в инвестировании в ветроэнергетику как новую отрасль энергетики должна принадлежать государству и ведущим компаниям топливно-энергетического комплекса России, таким как ОАО «Газпром», «Роснефть», «Сургутнефтегаз» и ЛУКОЙЛ.

Тщательное рассмотрение концепции использования энергии ветра в России, представленной в этой статье, позволяет сделать следующие выводы:

- спрос на энергию будет расти, что вызовет повышение выбросов углекислого газа в атмосферу при использовании традиционных источников энергии (бурого и каменного угля, нефти и газа);
- ветроэнергетический сектор бурно развивается в мире и имеет огромные потенциалы в будущем;

- негативные воздействия от ветроустановок либо минимальны, либо отсутствуют;
- ветровые ресурсы России имеют благоприятное распределение по всей территории страны;
- ветровые ресурсы России могут быть использованы для промышленного освоения и ширококомасштабного использования;
- отрасли топливно-энергетического комплекса России располагают необходимым кадровым, интеллектуальным, производственным и ресурсным потенциалом.

Мы привели достаточно аргументов за эффективное использование энергии ветра в России. Против использования энергии ветра в России аргументов нет. Исследовательский коллектив ученых СПбГУЭФ и Общества Фраунгофер г. Берлина убеждены в том, что данные предложения могут быть реализованы российскими компаниями в конкретных проектах. Существующий потенциал для производства, установки и обслуживания ветровых электростанций может быть использован промышленными компаниями в России для создания и развития новой ветроэнергетической отрасли как экономичной, эффективной и экологичной отрасли энергетики.

Источники

Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Endbericht. Michael-Otto-Institut im Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU). Dezember 2004.

BP Statistical Review of World Energy June 2010.

<http://www.bp.com/statisticalreview>.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Europäisches Parlament / Europäischer Rat. Richtlinie 2004/336/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 1998 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 390/24 vom 31 Dezember 2004.

Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG) vom 26. Februar 2008 (BGBl I. S. 220), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2409).

Herminghaus H. CO₂-Vergleich bei der Stromerzeugung in Deutschland.

<http://www.co2-emissionen-vergleichen.de>.

Hötter H. Auswirkungen des «Repowering» von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU – Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz. Bergenhusen, Oktober 2006, 40 S.

Николаев В. Г., Ганага С. В., Кудряшов Ю. И. Национальный Кадастр ветро-энергетических ресурсов России и методические основы их определения. М., 2008.

World Wind Energy Report 2009.

<http://www.wwindea.org>

Zahlen und Fakten. Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. September 2010.

<http://www.bmwi.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html>