

Структурные и динамические характеристики инвестпроцесса в мировой возобновляемой энергетике в посткризисный период

Введение

Возобновляемая энергетика в мире из года в год неуклонно растёт. В наше время она вносит заметный вклад в глобальную энергетику. В то время как традиционная энергетика, использующая ископаемое топливо, в последнее десятилетие 2000-х годов росла в среднем 1,5 % в год, возобновляемая энергетика росла в это же время темпами в десятки (а то и более чем в полсотни!) процентов в год. Интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) связан уже не только с экологическими преимуществами, сколько с устойчивым, безопасным энергоснабжением человечества в будущем. Высокие темпы роста возобновляемой энергетики на почти стагнационном энергетическом рынке говорят о том, что ВИЭ с новыми технологиями претендует на серьёзные роли в будущей мировой энергетике. Важным подтверждением этому является такой показатель, как приток инвестиций в данный сектор энергетики.

В отличие от инвестиций в другие сектора мировой экономики, возобновляемая энергетика не претерпела какого-либо спада и успешно преодолела финансово-экономический кризис 2008–2010 годов, достигнув новых максимумов по уровню инвестиций и установленной мощности. В посткризисный период происходит географический сдвиг в инвестициях в возобновляемой энергетике — развивающиеся страны приближались по абсолютному уровню инвестиций в неё к группе развитых стран, а в 2015 году развивающиеся страны уже обогнали развитые, и эта тенденция продолжается.

Методология

В работе используются методы сравнительного и структурного анализа, такие как типологизация и ранжирование. Анализируются динамические характеристики развития систем в возобновляемой энергетике.

Интерес к возобновляемым источникам энергии связан уже не только с экологическими преимуществами, сколько с устойчивым, безопасным энергоснабжением человечества в целом. Высокие темпы роста возобновляемой энергетики на почти стагнационном энергетическом рынке говорят о том, что ВИЭ с новыми технологиями претендует на серьёзные роли в будущей мировой энергетике

Глобальные инвестиции в ВИЭ

В мировой электроэнергетике в 2011 году был преодолен важный структурный рубеж: глобальные инвестиции в электростанции на ВИЭ достигли \$279 млрд (исключая крупные ГЭС), рост на 23 % по сравнению с 2010 годом, и впервые превысили инвестиции в генерацию на традиционном ископаемом топливе — \$223 млрд. В «пятилетку» 2011–2015-х четыре года (2011-й, 2012-й, 2014-й и 2015-й) инвестиции в электрогенерацию на возобновляемых источниках энергии превышали инвестиции в традиционную электроэнергетику. Ежегодные капитальные затраты на ВИЭ на уровне более \$250 млрд в год означают инвестиционное лидерство сектора ВИЭ над электрогенерацией на ископаемом топливе.

В 2015 году глобальные инвестиции в ВИЭ достигли \$286 млрд — прирост на 5 % по сравнению с 2014-м, это новый исторический рекорд. Эта цифра более чем в семь раз превышает инвестиции в ВИЭ в 2004 году — \$40 млрд.

В инновационном сценарии Международного энергетического агентства (IEA) с учётом активных мер в энергетической политике [1] до 2030 года 57 % (более половины) вновь введённых энергетических мощностей будут основаны на использовании ВИЭ (табл. 1).

УДК 911.3:33

Структурные и динамические характеристики инвестпроцесса в мировой возобновляемой энергетике в посткризисный период

М. Ю. Берёзкин, к.г.н., старший научный сотрудник; **К. С. Дегтярёв**, к.г.н., научный сотрудник; **О. А. Сinyugin**, к.э.н., старший научный сотрудник, Научно-исследовательская лаборатория ВИЭ, географический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (МГУ)

В статье рассматривается географическая — по странам и регионам, структура инвестиций в развитие возобновляемой энергетики и их динамика во времени. Анализируется структурный сдвиг в инвестиционном процессе в условиях общего экономического кризиса 2008–2009 годов. Приводятся прогнозы развития возобновляемой энергетики, дифференцированные как по странам и регионам, так и по источникам энергии.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, география, инвестиции, развитые и развивающиеся страны.

UDC 911.3:33

The structural and dynamic characteristics of the investment process in the world renewable energy in the post-crisis period

M. Yu. Beriozkin, PhD, Senior Research Officer; **K. S. Degtyarev**, PhD, Research Officer; **O. A. Sinyugin**, PhD, Senior Research Officer, Research Laboratory of Renewable Energy, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (LMSU)

The article considers both geographic structure — by countries and regions, and temporal evolution of investments into renewable energy. The structural shift of the investment process referring to the general economic crisis of 2008–2009 is also analyzed. The work also gives forecasts for renewable energy development divided into both geography and energy sources.

Keywords: renewable energy sources, investments, geography, developed and developing countries.

По секторам инвестиции в солнечную энергетику составили \$ 161 млрд (56% от общего) в 2015 году и превысили инвестиции \$ 110 млрд (38%) в ветровую энергетику. Рекордные показатели по возобновляемым источникам энергии в 2011–2015 годах особенно впечатляют, так как они достигнуты в турбулентный посткризисный период, неблагоприятный для инвестиций со сниженным уровнем банковского финансирования.

Китай занимает первое место по общим инвестициям в ВИЭ с 2009 года. В 2015 году инвестиции в ВИЭ в Китае достигли \$ 102,9 млрд (годовой прирост на 17%) — в основном, в солнечную энергетику (63% от общего). В занимающих второе место США в 2015 году общие инвестиции в ВИЭ составили \$ 44 млрд (годовой прирост на 19%). При этом основной тенденцией в секторе возобновляемых источников энергии Китая стало снижение активности в ветровой энергетике с 2011 года после периода бурного роста в 2005–2010 годах, а в США — масштабный приток инвестиций в солнечную и ветровую энергетику, связанный со стимулирующей федеральной программой гарантирования займов (табл. 2).

Европейский союз

В Европе инвестиции в ВИЭ сокращаются с пика в \$ 122,9 млрд, достигнутого в 2011 году, так как Европейский союз в целом в 2015 году снизил ежегодные инвестиции в ВИЭ на 22% до \$ 48,3 млрд. Основными объектами инвестирования здесь стали крупные электростанции на солнечной энергии в Германии и Италии, а также парки ветротурбин морского базирования в акватории Северного моря.

Динамика глобальных инвестиций в ВИЭ

табл. 1

Наименование	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Инвестиции, \$ млрд	40	65	100	146	172	168	227	279	257	234	273	286
Прирост инвестиций, %	—	63	55	46	17	–2	35	23	–12	–9	17	5

Географическое распределение инвестиций в ВИЭ

табл. 2

Страна	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
США, \$ млрд	5,7	11,9	28,2	34,5	36,2	23,3	34,6	49,0	40,6	35,3	37,0	44,1
Бразилия, \$ млрд	0,5	2,2	4,2	10,3	12,5	7,9	7,9	8,6	5,4	4,4	8,0	7,1
Остальная Америка, \$ млрд	1,4	3,4	3,4	5,0	6,1	5,5	12,0	9,3	10,1	12,0	13,3	12,8
Европа, \$ млрд	19,6	29,4	38,4	66,8	81,0	82,7	113,4	122,9	89,0	60,0	62,0	48,3
Китай, \$ млрд	2,6	5,8	10,2	15,8	25,0	37,2	38,8	39,6	47,4	62,0	87,8	102,9
Индия, \$ млрд	2,4	3,2	5,5	6,3	5,2	4,4	8,8	12,8	7,8	6,6	8,3	10,2
Ближний Восток и Африка, \$ млрд	0,6	0,6	1,2	1,7	2,7	1,7	4,1	3,0	10,2	9,3	7,9	12,5
Остальная Азия и Океания, \$ млрд	7,7	9,0	10,0	12,4	13,6	13,9	19,3	23,8	30,2	44,4	48,8	47,6

Источник: Bloomberg New Energy Finance, 2016.



В Германии инвестиции в ВИЭ снизились с исторического максимума \$ 30,5 млрд в 2011 году до \$ 8,5 млрд в 2015-м, что вызвано сворачиванием программ стимулирования ВИЭ и резким снижением стоимости фотоэлектрических модулей для мелкомасштабных солнечных установок (на них было потрачено \$ 11 млрд — основная статья инвестирования в ВИЭ). Суммарная мощность установок на ВИЭ достигла 78 ГВт в 2015 году, при этом они производили 25% всего электричества — больше, чем все ядерные электростанции страны.

В Испании с 2011 года отмечается резкое снижение уровня инвестиций в возобновляемую энергетику, вызванное рецессией в экономике и сворачиванием мер поддержки ВИЭ. Страна занимает четвертое место по установленной мощности ВИЭ — 36 ГВт в 2015 году. Вместе

с гидроэлектростанциями они производят 35% всего электричества. В Италии электростанции на ВИЭ с установленной мощностью 33 ГВт производят 27% всего электричества, хотя без учета гидроэлектростанций доля ВИЭ составляет 15%. Инвестиции в сектор ВИЭ снизились с \$ 28,4 млрд в 2011 году до \$ 3,1 млрд в 2015-м из-за снижения льготного сетевого тарифа и квот на вновь установленные мощности на ВИЭ. Более 90% от общей суммы инвестируется в установки малой мощности — например, для обеспечения энергией домохозяйств.

Всего в Европейском союзе (28 стран) за период 2000–2012 годов более половины вновь введенных мощностей в электрогенерации были основаны на ВИЭ. А в 2012–2014 годах около 65% введенных в действие установок использовали ВИЭ, 37% — солнечную энергию и 26,5% — ветровую. В минувшем 2015 году 22% установленной мощности электростанций в ЕС работали на ВИЭ (35% с учетом крупной гидроэнергетики). Первая десятка стран по уровню инвестиций в ВИЭ представлена в табл. 3.

Индия увеличила инвестиции в ВИЭ на 23% до \$ 10,2 млрд в 2015 году — максимальный прирост среди всех стран мира. Бразилия инвестировала в ВИЭ \$ 7,1 млрд в 2015-м.

В посткризисный период происходил географический сдвиг в инвестициях в ВИЭ. Так, в 2007 году развитые страны инвестировали в ВИЭ в 2,5 раза больше, чем развивающиеся страны, а в 2012-м этот разрыв сократился до 18% (\$ 132 млрд в развитых странах, а в развивающихся \$ 112 млрд), а в 2015 году впервые развивающиеся страны инвестировали \$ 156 млрд — больше, чем развитые мировые державы (\$ 130 млрд).

:: Первые 10 стран-инвесторов в ВИЭ в 2015 году

табл. 3

Страна	Сумма инвестиций, \$ млрд	Страна	Сумма инвестиций, \$ млрд
КНР	102,9	Германия	8,5
США	44,1	Бразилия	7,1
Япония	36,2	Южная Африка	5,7
Великобритания	22,2	Мексика	3,6
Индия	10,2	Чили	3,4

Источник: Bloomberg New Energy Finance, 2016.

Данный тренд продолжает развиваться в пользу развивающихся стран. При этом существенное различие между данными группами стран состоит в том, что развивающиеся страны лидируют по инвестициям в крупномасштабные проекты ВИЭ, а развитые страны — по инвестициям в распределённые установки ВИЭ малой мощности на уровне домохозяйств.

Тенденции 2011–2015 годов в области инвестирования в ВИЭ:

- снижение субсидий для ветровой и солнечной энергетики в ЕС и США;
- рост инвестиционной активности на формирующихся рынках с растущим спросом на электроэнергию и перспективными ресурсами ВИЭ;
- быстрое снижение себестоимости установок на солнечной и ветровой энергии.

США

США движется к энергетической независимости, реально достижимой к 2020 году. В минувшем 2015 году страна удовлетворяла свои энергетические потребности на 85% [2]. Энергетический сектор сокращается и реструктурируется. Увеличилось потребление природного газа, снижается потребление угля и нефти. Потребление энергии в США за кризисный период снизилось на 6,4% с 2007 по 2012 годы (прежде всего в секторах — здания, транспорт).

Значительную роль играет сектор возобновляемых источников энергии. В кризисный период установленная мощность ВИЭ в США почти удвоилась с 43,8 ГВт в 2008 году до 85,7 ГВт в 2012-м. За то же самое время выброс CO₂ снизился на 13% с пикового значения 6,02 × 10⁹ тонн (6,02 гигатонн) в 2007 году.

Инвестиции в ВИЭ сектор в 2015 году в США составили \$44,1 млрд, снизившись на 10% с рекордного уровня 2011 года — \$49 млрд. Инвестиции в ветроэнергетику составили \$10,6 млрд, а инвестиции в солнечную энергетику резко снизились с \$26,7 млрд (в 2011-м) до \$13 млрд в 2015 году из-за сокращения стимулирующих программ.

Однако ведущую роль в изменении энергобаланса играет «сланцевая революция», вызванная прогрессом в мето-

дах добычи и информационных технологиях [4]. Так, в 2013 году США впервые с начала 1980-х годов обошли Россию по объёму добычи природного газа. По данным Департамента национальной энергетической информации США, за январь-июль 2013 года в стране было добыто около 493,8 млрд м³ газа, в то время как в России, по данным Министерства энергетики РФ, за тот же период из недр извлекли 383,55 млрд м³ «голубого продукта». В нефтедобыче США в отдельные периоды 2012–2014 годов также опережали Российскую Федерацию.

США движется к энергетической независимости, реально достижимой к 2020 году. В минувшем 2015 году страна удовлетворяла свои энергетические потребности на 85%. Энергетический сектор сокращается и реструктурируется

Российская Федерация

В 2013 году Министерством энергетики РФ скорректированы целевые показатели развития ВИЭ в России. Ввод генерирующих объектов возобновляемых источников энергии в РФ к 2020 году суммарно составит 6,2 ГВт, что предполагает инвестиции порядка \$2 млрд в год. Это позволит увеличить долю генерации «зелёной» энергии в текущем энергобалансе с 0,8 до 2,5%, сообщил глава Минэнерго РФ. В последние годы (2005–2015) инвестиции в ВИЭ в РФ оцениваются в \$200 млн

в год при годовом приросте установленной мощности ВИЭ порядка 100 МВт, что в десять раз ниже заявленного уровня.

Солнечная энергетика — лидер отрасли ВИЭ

Общие инвестиции в солнечную энергетику достигли \$161 млрд в 2015 году — на 12% выше, чем в предыдущем году. Они в полтора раза превысили инвестиции в ветроэнергетику, такой значительный разрыв наблюдается с 2011 года, до этого ветроэнергетика лидировала по объёму инвестиций.

Ускорение развития солнечной энергетики вызвано значительным ростом числа фотовольтаических панелей, установленных на крышах в Германии и Италии, а также увеличением финансирования проектов солнечно-термальных электростанций большой мощности в Испании и США. 96% средств инвестируется в фотовольтаические модули, а остальные 4% — в тепловые солнечные установки. Развитые страны (Германия, США, Япония, Италия) лидируют в развитии солнечной энергетики: 50,5% общих инвестиций в 2015 году (80% — в 2011-м). Но Китай быстро наращивает темпы внедрения: \$61,3 млрд в 2015 году (38% от общемировых инвестиций) по сравнению с \$17,8 млрд в 2011-м. По абсолютным показателям инвестиции в солнечную энергетику в группе развивающихся стран \$80 млрд в 2015 году быстро догоняют уровень инвестиций в развитых странах \$81 млрд в 2015-м.

Установленная мощность в солнечной энергетике в 2015 году достигла 227 ГВт, прежде всего за счёт приростов в Китае, Индии, США и Японии. Годовой прирост составил 50 ГВт в 2015 году по сравнению с 30 ГВт в 2011-м.

Затоваривание рынка по солнечным панелям вызвало 70% снижение цен, так с 2010 года типичная стоимость фотовольтаических установок упала с уровня \$5000 до уровня \$1500–1700 за 1 кВт установленной мощности.

:: Распределение инвестиций в ВИЭ по секторам

табл. 4

Отрасль ВИЭ	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ветер, \$ млрд	13,3	22,9	32,0	51,1	67,7	74,6	95,5	83,8	80,3	85,7	96,4	109,6
Солнце, \$ млрд	13,8	16,4	19,5	37,7	57,4	58,0	96,9	147,4	140,4	142,3	152	161,0
Биотопливо, \$ млрд	3,5	8,2	26,6	24,5	19,2	9,1	8,5	6,8	5,0	4,1	3,7	3,1
Биомасса и отходы, \$ млрд	6,1	7,8	10,8	11,8	13,6	12,2	12,0	10,6	8,6	7,5	6,8	6,0
Мини-гидро, \$ млрд	1,4	4,4	5,4	5,5	6,6	4,7	3,6	5,8	7,8	5,2	4,5	3,9
Геотермальная, \$ млрд	1,4	1,0	1,4	1,4	1,9	2,0	3,1	2,9	2,0	1,8	2,1	2,0
Морская, \$ млрд	0,0	0,0	0,9	0,7	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Источник: Bloomberg New Energy Finance, 2016.



В Европе сокращаются государственные субсидии на ВИЭ, в то время как развивающиеся государства, например, Индия и Китай, расширяют масштабы и спектр господдержки.

Инновации в ВИЭ

Глобальные затраты на инновационную деятельность в секторе ВИЭ (НИОКР) в 2015 году составляли \$9,1 млрд — это почти в два раза больше, чем в 2005-м.

Корпоративные затраты на НИОКР в индустрии ВИЭ в 2015 году оцениваются в \$4,7 млрд — рост на 3 % по сравнению с 2011-м. Государственные затраты на НИОКР в ВИЭ снизились на 3 % в 2015 году до \$4,4 млрд отчасти из-за сворачивания программ «зелёного стимулирования» в развитых экономиках после финансово-экономического кризиса 2008 года. Европа является ведущим центром по НИОКР в ВИЭ.

Исследования и разработки (НИОКР) непосредственно в солнечной энергетике привлекли 51 % всех средств по сектору ВИЭ или \$4,9 млрд в 2015 году (плюс 1 % за год). На НИОКР по биотопливу было израсходовано \$1,7 млрд (плюс 2 % за год), а на НИОКР в ветроэнергетике — \$1,7 млрд (плюс 4 % за год) по всему миру.

Автономное энергоснабжение

Несмотря на экономические трудности посткризисного периода, для возобновляемой энергетики по-прежнему открыта рыночная ниша автономного энергоснабжения — с неё ВИЭ начинали своё развитие.

Приведём наглядный пример — рассмотрим возможности нишевого применения возобновляемых источников энергии при автономном энергоснабжении [3].

Принадлежащие Новой Зеландии острова Токелау в 2012 году полностью перешли на солнечную энергию. Они стали первой в мире территорией, используя

шей только этот источник энергии. Это стало возможно благодаря завершению строительства третьей солнечной станции. Солнечные батареи размещены на трёх крупнейших атоллах. Их мощности хватает, чтобы покрыть нужды всего архипелага. В общей сложности на этот проект было потрачено \$8,5 млн, из которых \$7 млн были выделены властями Новой Зеландии.

Вновь установленная мощность составляет 3 МВт при населении архипелага в 1500 человек. Такое энергообеспечение позволяет удовлетворять нужды домохозяйств в тропическом климате.

До этого Токелау полностью зависел от дизельных генераторов электроэнергии. Это было слишком невыгодно с экономической точки зрения, а также наносило серьёзный ущерб экологии. На импорт дизельного топлива местным властям приходилось выделять около \$1 млн в год. Кроме того, новые технологии позволяют избежать частых перебоев с электричеством, которые происходили при использовании дизельных генераторов.

Архипелаг Токелау, в состав которого входят три острова, расположен в Тихом океане между Новой Зеландией и Гавайскими островами. Население архипелага составляет более 1500 человек. Юридически Токелау являются владением Новой Зеландии, которая управляет ими через своего администратора. Главой островов является королева Великобритании и Новой Зеландии Елизавета II.

Изменения 2011–2015 годов в секторе ВИЭ

В секторе ВИЭ в 2011–2015 годах:

- возобновляемые источники составляли 19,2 % конечного энергопотребления в мире в 2014 году (15,8 % в 2010-м);
- доля возобновляемой энергии, включая крупные ГЭС, выросла до 10,3 % в 2015 году по сравнению с 5,1 % в 2010-м;

- цены на фотоэлектрические модули снизились на 70 % до уровня \$1500 за 1 кВт, а на ветроэнергетические турбины наземного базирования — почти на 20 %, приближая ВИЭ к окупаемости при работе в общей сети и делая их конкурентоспособными с генерацией на угле и газе;
- стимулирование развития — 123 страны применяют целевые уровни ВИЭ как инструмент национальной энергетической политики, более половины из них — развивающиеся страны.

Выводы

1. Резкое увеличение инвестиций в ВИЭ произошло в 2005 году в результате воздействия «нефтяного шока» второй половины 2004 года.
2. Таким образом, сейчас быстрорастущая доля ВИЭ на мировых энергетических рынках (и в энергобалансе стран) ставит ВИЭ выше привычного статуса отдельных рыночных ниш.
3. Высокие капитальные издержки на объектах ВИЭ долгое время служили главным барьером для быстрого внедрения и освоения рынков. Но в посткризисный период избыточное предложение, снижение издержек производства и рост установленной мощности ВИЭ приводит к резкому снижению капиталоемкости. Происходит быстрое снижение себестоимости установок на солнечной и ветровой энергии.
4. Доля НИОКР и общих инвестиций в ВИЭ составляет 3–4 % и имеет тенденцию к снижению по мере увеличения масштабов внедрения и роста установленной мощности.
5. Сектор ВИЭ легко преодолел общеэкономический кризис 2008 года, снижение на 2 % инвестиций в 2009 году, и возвратился на траекторию быстрого роста с 2010-го.
6. В посткризисный период снижаются субсидии для ветровой и солнечной энергетике в ЕС и США.
7. Продолжается рост инвестиционной активности на формирующихся рынках с растущим спросом на электроэнергию и перспективными ресурсами ВИЭ. Происходит географический сдвиг в инвестициях в возобновляемую энергию — развивающиеся страны обгоняют по абсолютному уровню инвестиций в ВИЭ группу развитых стран. ●

1. Tracking Clean Energy Progress. IEA. Paris. 2013
 2. Bloomberg New Energy Finance. USA. 2016.
 3. Renewable Energy World. 2015.
 4. Берёзкин М.Ю., Синюгин О.А., Соловьёв А.А. География инноваций в сфере традиционной и возобновляемой энергетик мира // Вестник МГУ: Серия 5. География, 2013. №1. С. 28–32.
 * References — see page 95.

The structural and dynamic characteristics of the investment process in the world renewable energy in the post-crisis period. Pages 72–75.

M. Yu. Beriozkin, PhD, Senior Research Officer; **K. S. Degtyarev**, PhD, Research Officer; **O. A. Sinyugin**, PhD, Senior Research Officer, the Research Laboratory of Renewable Energy, the Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (LMSU)

-
1. Tracking Clean Energy Progress. IEA. Paris. 2013.
 2. Bloomberg New Energy Finance. USA. 2016.
 3. Renewable Energy World '2015.
 4. Beriozkin M. Yu., Sinyugin O. A., Soloviev A. A. Geographiya innovatsiy v sphere traditsionnoy i vozobnovlyаемoy energetiki mira [Geography of innovations in the world of conventional and renewable energy]. Vestnik Moskovskogo Universiteta: Seriya 5. Geographiya [Papers of MSU. 5th series. Geography]. 2013. No. 1. Pp. 28–32.