

## **ВЛИЯНИЕ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА НА РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ\***

**Батуревич Анна Анатольевна,  
Спиренков Всеволод Дмитриевич,  
Стаханова Ксения Александровна**  
*Студенты бакалавриата  
МГУ имени М. В. Ломоносова,  
Экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

### **Аннотация**

Несмотря на долгосрочные экономические и экологические выгоды внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ), они связаны со многими препятствиями, одним из которых является затрудненный доступ к финансированию. В данной статье исследуется влияние уровня финансового развития на отрасль ВИЭ. Эконометрический анализ данных по 270 странам за 1987–2016 гг. обнаружил значимое положительное влияние различных показателей развития финансового сектора на общее производство ВИЭ. В частности, выявлена важная роль размера банковской индустрии и величины сектора частного кредитования. Также выявлено значимое влияние уровня финансового развития на ветровую, солнечную и приливную энергетику, причем это влияние оказывается различным в развитых и развивающихся странах. Данная работа является логичным продолжением других работ на эту тему. Ранее никогда не проводилась оценка использования возобновляемых источников энергии для такого большого количества стран. Значимые результаты получены для различных показателей развитости финансового сектора. Нам удалось оценить разницу в использовании ВИЭ для развитых и развивающихся стран.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, ТЭК, финансовый сектор, экономическое развитие, энергетический переход, панельные данные.

**JEL коды:** C23, E44, Q28, Q42, Q48, Q58.

---

\* Статья подготовлена по итогам проекта по курсу «Экономика устойчивого развития».

## Введение

Данное исследование посвящено оценке влияния финансового сектора страны на уровень использования и степень развитости возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Хотя социально-экономические и экологические преимущества ВИЭ очевидны, существует ряд препятствий для их применения, в особенности сложности при финансировании проектов. В связи с этим производство ВИЭ может сокращаться.

Возобновляемая энергия – это энергия из тех источников, которые в масштабах человечества являются неисчерпаемыми. Для получения возобновляемой энергии используются такие природные ресурсы, как, например, ветер, солнечный свет, водные потоки и т.д. Финансирование возобновляемых источников энергии требует глубокого понимания отрасли и тщательной оценки финансовых рисков проекта.

Энергетика является предопределяющим параметром в формировании экономического потенциала любой страны. После нефтяных потрясений в 1973 и 1979 гг. возобновляемая энергетика стала приоритетным направлением исследований для большинства стран. Технологии переживали стремительное развитие после этих событий. По данным REN21, в 2017 г. около 20% мирового потребления энергии приходилось на энергию возобновляемых источников<sup>1</sup>. По данным IEA, спрос на возобновляемые источники энергии к 2030 г. вырастет на 50%<sup>2</sup>. По результатам исследований IRENA, возобновляемые источники энергии становятся более привлекательными для инвестиций, конкурентоспособными, создают все больше рабочих мест<sup>3</sup>.

Возобновляемая энергетика может существовать во множестве стран различного географического расположения, тогда как традиционные источники доступны лишь некоторым из них. В связи с этим многие страны устанавливают курс на развитие сектора возобновляемой энергетике, чтобы получить доступ к автономным, экологичным и в перспективе более дешевым источникам энергии.

Одним из препятствий тому может служить отсутствие развитого финансового посредничества – выгоды проекта по развитию ВИЭ могут казаться кредиторам незначительными. На протяжении долгого времени государственное финансирование проектов по разработке ВИЭ (особенно в развивающихся странах) не являлось достаточно гибким и удобным, поэтому таким проектам было необходимо доступное долгосрочное частное финансирование. В то же время чтобы получить частное финансирование, проект должен быть коммерчески выгодным. Корпорациям намного проще финансировать небольшие пилотные проекты, чем вкладывать средства в крупные разработки, долгосрочная выгода от которых не может быть однозначно доказана на момент инвестиций. Государственная поддержка, в свою очередь, чаще всего направлена на уже

---

<sup>1</sup> См. подробнее: REN21 (2018)

<sup>2</sup> См. подробнее: IEA (2018)

<sup>3</sup> См. подробнее: IRENA and CPI (2018)

опробованные технологии. Ввиду этих факторов большинство проектов по разработке новых технологий не могут быть успешными<sup>4</sup>.

Еще несколько лет назад в развивающихся странах практически отсутствовали подходящие инструменты для финансирования инфраструктурных проектов<sup>5</sup>. В наши дни ситуация меняется – по данным Международного энергетического агентства, сегодня в Китае и в европейских странах существуют удобные инструменты (в том числе государственные) для финансирования таких проектов<sup>6</sup>. Инвестиции в возобновляемую энергию с каждым годом стремительно растут, а с 2004 г. суммарно составили 2,9 трлн долларов. Вместе с тем общее предложение энергии в основном все еще зависит от традиционных источников<sup>7</sup>.

Цель данной работы – доказать влияние степени развитости финансового сектора на уровень использования возобновляемых источников энергии. Для этого мы строим эконометрическую модель за период с 1980 по 2016 г., описывающую взаимосвязь интересующих нас показателей, среди которых производство возобновляемой энергии, производство традиционных источников энергии, показатели, характеризующие экономику страны и т. д.

## 1. Обзор литературы

Различным аспектам использования возобновляемых источников энергии посвящено множество статей. В них подчеркивается отсутствие развитой финансовой инфраструктуры как ключевой фактор, который тормозит развитие отрасли.

Финансовый сектор (коммерческие банки, рынок страхования и кредитования) играет важную роль в развитии энергетики – этот факт за последние 30 лет был доказан многими исследователями. Сейчас внимание обращено на роль финансового сектора в развитии возобновляемых источников энергии.

Положительное влияние степени развитости финансового сектора на уровень применения ВИЭ подтверждается на основе панельных данных с 1980 по 2009 г.<sup>8</sup> Автор исследует проблему на примере стран с переходной экономикой и развивающихся стран, используя «модели на панельных данных» и «Обобщенный Метод Моментов» (Brunnschweiler, 2010).

Несогласованность понятия «зеленого финансирования», отсутствие скоординированных действий, невозможность количественной оценки финансовых потоков, а также низкий уровень осведомленности и слабый потенциал участников рынка были признаны основными препятствиями для успешного финансирования экологических проектов, в том числе и ВИЭ, в докладах многих организаций.

---

<sup>4</sup> См. подробнее: Mathews et al. (2010)

<sup>5</sup> См. подробнее: Va et al. (2010)

<sup>6</sup> См. подробнее: IEA (2018)

<sup>7</sup> См. подробнее: IEA (2018); UNEP (2018)

<sup>8</sup> См. подробнее: Brunnschweiler (2010)

Некоторые из исследований посвящены влиянию различных типов финансирования на развитие возобновляемой энергетики. Важным фактором развития ВИЭ является проектное финансирование, причем не только в развивающихся странах с высокими рисками, но и в таких развитых странах, как Германия<sup>9</sup>. Для лучшего понимания государственного и льготного финансирования проектов по развитию возобновляемой энергии мы обратились к докладу Всемирного Банка *Financing Renewable Energy*. Его авторы отвечают на вопрос, почему важно выбрать подходящий финансовый инструмент для проекта, определяют основные риски для каждого вида финансирования и барьеры на пути имплементации проекта. На примере конкретных кейсов детально описано использование каждого инструмента. Внимание уделено расширению масштабов уже апробированных видов финансирования, даже если они не применяются в рассматриваемой стране. Частное финансирование отмечено как наиболее используемое среди всех вариантов.

Для нашего исследования необходимо было выбрать показатель уровня развития финансового сектора страны. В работе **Sahay et al. (2015)** авторы анализируют большой объем информации, взятой из базы данных Всемирного Банка *Financial development and structure database*, и выделяют три крупных блока показателей, характеризующих финансовую систему: показатели развития банковской системы, индикаторы развития рынка ценных бумаг, показатели развития страхового сектора. На основе данных индикаторов они конструируют различные аналитические показатели, а также интегральный индекс финансового развития.

Показатели развития финансового сектора, применимые для развитых стран, описаны в статье **Mirkin, Kuznetsova (2013)**. Авторы оценивают развитость финансового сектора России в сравнении с остальными странами, входящими в БРИК. Оценка проводится при помощи совокупности индикаторов, характеризующих уровень зрелости экономики в соответствии с международными стандартами.

## 2. Методология и подбор данных

В нашей работе мы выделили два различных показателя состояния сектора возобновляемой энергетики. Первый из них – общее производство энергии всеми источниками возобновляемой энергии: гидроэнергия, энергия ветра, энергия приливов и отливов и т.д. Второй показатель – производство возобновляемой энергии всеми источниками за исключением гидроэнергии. Данные по данным показателям находятся в открытом доступе на сайте U.S. Energy Information Administration.

Обозначения и описания переменных, используемых при моделировании, приведены в табл. 1.

---

<sup>9</sup> См. подробнее: Steffen (2018)

Таблица 1.

Описание используемых переменных

Условное обозначение	Описание	Единицы измерения	Источник
<i>Total_pc</i>	Общее производство возобновляемой энергии – включая гидро, солнечную, геотермальную и ветровую энергию	Млн киловатт-часов на человека	Расчеты авторов на основе данных U.S. Energy Information Administration
<i>Nonhydro_pc</i>	Производство возобновляемой энергии, исключая гидроэнергию	Млн киловатт-часов на человека	Расчеты авторов на основе данных U.S. Energy Information Administration
<i>dbacba</i>	Отношение денежных активов коммерческих банков к совокупным денежным активам коммерческих банков и Центрального банка	%	World Bank FDSD Database
<i>llgdp</i>	Отношение ликвидных обязательств к ВВП	% от ВВП	World Bank FDSD Database
<i>pcrdbgdp</i>	Отношение объема кредитов к частному сектору к ВВП	% от ВВП	World Bank FDSD Database
<i>GDP_pc</i>	ВВП в текущих ценах на душу населения	Долл. на человека	World Bank WDI
<i>fdigdp</i>	Прямые иностранные инвестиции к ВВП	% от ВВП	World Bank WDI
<i>developing</i>	Фиктивная переменная для развивающихся стран	0/1	United Nations
<i>developed</i>	Фиктивная переменная для развитых стран	0/1	United Nations
<i>Kyoto</i>	Фиктивная переменная, равная 1, для лет после принятия Киотского протокола	0/1	Расчеты авторов

Используемая нами база содержит данные по 214 странам с 1987 по 2016 г. с некоторыми пропусками. В данную выборку вошли 78 развитых стран, 102 развивающиеся страны и 34 отстающие в экономическом развитии страны. Для отстающих в экономическом развитии стран значение переменных *developing* и *developed* равны 0.

Выделенные три финансовых показателя (*dbacba*, *llgdp* и *pcrdbgdp*) отвечают за ширину, доступность и глубину финансового сектора соответственно. Данные показатели широко используются в литературе, изучающей вопросы взаимосвязи финансового развития и экономического роста<sup>10</sup>. Каждый из данных показателей по отдельности является характеристикой уровня развития финансового сектора, поэтому в нашей работе мы включаем в модели только один из показателей.

В настоящей работе мы оцениваем влияние финансового развития на рост сектора возобновляемой энергетики двумя способами. В первом способе мы прибегаем к использованию панельных моделей с фиксированными и случайными эффектами.

Оцениваемое уравнение имеет вид:

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 F_{it} + \gamma_2 X_{it} + w_i + v_{it}, \quad (1)$$

где  $Y_{it}$  отвечает за переменную состояния сектора возобновляемой энергии (*Total\_pc*, *Hydro\_pc* или *Nonhydro\_pc*),  $F_{it}$  за финансовое развитие (*dbacba*, *llgdp* или *pcrdbgdp*),  $X_{it}$  – вектор контрольных переменных, а  $w_i$  и  $v_{it}$  – случайные ошибки, отражающие пространственные и временные эффекты. При оценке данного уравнения мы последовательно оцениваем модель с фиксированными и случайными эффектами, а затем на основании специального теста Хаусмана выбираем модель со случайными эффектами (принимается нулевая гипотеза).

Во втором способе оценки интересующего нас влияния мы используем двухшаговый Обобщенный Метод Моментов (GMM), предложенный Ареллано и Бондом<sup>11</sup>. Данный метод позволяет учесть динамические межвременные эффекты роста сектора возобновляемой энергетики. Так как выход на оптимальные производственные мощности происходит постепенно, модель, учитывающая производство энергии в предыдущие периоды, должна давать более точные и значимые результаты. Оцениваемая модель имеет вид:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it-1} + \alpha_2 F_{it} + \alpha_3 X_{it} + w_{it}. \quad (2)$$

## Результаты моделирования

На первом этапе моделирования была построена модель на основе панельных данных, использующая фиксированные и случайные эффекты. Согласно тесту Хаусмана, мы выбрали модель со случайными эффектами (на 95% уровне принимается нулевая гипотеза данного теста). В табл. 2 приведены результаты оценивания модели для разных спецификаций.

<sup>10</sup> Beck et al., 200; Levine et al., 2000; Demirguc-Kunt and Levine, 2001 и др.

<sup>11</sup> Arellano and Bond, 1991

Таблица 2.

Модель со случайными эффектами

Зависимая переменная	<i>Total_pc</i> (1)	<i>Total_pc</i> (2)	<i>Total_pc</i> (3)	<i>Nonhydro_pc</i> (4)	<i>Nonhydro_pc</i> (5)	<i>Nonhydro_pc</i> (6)
<i>dbacba</i>	0,0005 (0,0009)	-	-	-0,0016*** (0,0003)	-	-
<i>llgdp</i>	-	0,0063 *** (0,0002)	-	-	0,0024 *** (0,0001)	-
<i>pcrdbgdp</i>	-	-	0,00122 *** (0,00014)	-	-	0,0001 (0,0001)
<i>developing</i>	0,148 (0,128)	0,142 (0,124)	0,149 (0,127)	0,173 *** (0,053)	0,178*** (0,051)	0,178*** (0,055)
<i>developed</i>	0,133* (0,080)	0,132 ** (0,064)	0,127* (0,067)	0,380*** (0,034)	0,430 *** (0,032)	0,426 *** (0,041)
<i>GDP_pc</i>	2,47*10 <sup>-5</sup> *** (1,45*10 <sup>-6</sup> )	1,98*10 <sup>-5</sup> *** (1,44*10 <sup>-6</sup> )	2,17*10 <sup>-5</sup> *** (2,23*10 <sup>-6</sup> )	1,34*10 <sup>-5</sup> *** (7,42*10 <sup>-7</sup> )	1,13*10 <sup>-5</sup> *** (7,30*10 <sup>-7</sup> )	1,32*10 <sup>-5</sup> *** (9,31*10 <sup>-7</sup> )
Число наблюдений	6484	6484	6484	6484	6484	6484
Лог. функции правдоподобия	-16295,8	-16259,2	-16304,7	-5966,0	-6024,4	-6000,4

Как можно видеть, переменные, отвечающее за развитие финансового сектора, оказались значимы на 1%-ном уровне в двух из трех спецификаций для каждой зависимой переменной. Коэффициент при переменной, отвечающей за финансовое развитие, оказался положительным во всех моделях, кроме одной. В целом получен значимый результат, согласно которому развитие финансового сектора экономики приводит к росту сектора возобновляемой энергетики в целом, однако влияние на не-гидроэнергетику оказывается неоднозначным.

Однако есть основания полагать, что модель со случайными эффектами не идеально описывает зависимость сектора возобновляемой энергетики от уровня финансового развития. Мы считаем, что производительность источников возобновляемой энергии в отчетный год зависит от их производительности в предыдущие годы. С целью проверки данного предположения мы прибегаем к использованию Обобщенного Метода Моментов. Результаты оценивания модели представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Двухшаговый Обобщенный Метод Моментов

Зависимая переменная	<i>Total_pc</i> (1)	<i>Total_pc</i> (2)	<i>Total_pc</i> (3)	<i>Nonhydro_pc</i> (4)	<i>Nonhydro_pc</i> (5)	<i>Nonhydro_pc</i> (6)
<i>Total_pc</i> (-1)	0,9287*** (0,0004)	0,9261*** (0,0004)	0,9287*** (0,0003)	-	-	-
<i>Nonhydro_pc</i> (-1)	-	-	-	0,9732*** (0,0016)	0,9709*** (0,0017)	0,9725*** (0,0017)
<i>dbacba</i>	0,0003*** (6,91*10 <sup>-5</sup> )	-	-	0,0003*** (7,69*10 <sup>-5</sup> )	-	-
<i>llgdp</i>	-	0,0019*** (5,75*10 <sup>-5</sup> )	-	-	0,0008*** (4,57*10 <sup>-5</sup> )	-
<i>pcrdbgdp</i>	-	-	0,00022** (0,00011)	-	-	-0,000005 (0,00004)
<i>developing</i>	0,033*** (0,005)	0,030*** (0,005)	0,034*** (0,005)	-0,012 *** (0,004)	-0,017*** (0,004)	-0,009** (0,004)
<i>developed</i>	0,064*** (0,008)	0,061 *** (0,008)	0,061*** (0,008)	0,021*** (0,004)	0,015 *** (0,003)	0,015 *** (0,004)
<i>GDP_pc</i>	1,24*10 <sup>-5</sup> ** (1,43*10 <sup>-7</sup> )	1,13*10 <sup>-5</sup> *** (1,27*10 <sup>-7</sup> )	1,22*10 <sup>-5</sup> *** (1,39*10 <sup>-7</sup> )	4,69*10 <sup>-6</sup> ** (1,66*10 <sup>-7</sup> )	4,19*10 <sup>-6</sup> *** (1,75*10 <sup>-7</sup> )	4,66*10 <sup>-6</sup> *** (1,61*10 <sup>-7</sup> )
Число наблюдений	6025	6025	6025	6025	6025	6025

Как можно видеть, результаты в целом более значимы, чем в модели со случайными эффектами. Коэффициент при лагированной переменной развития сектора возобновляемой энергетики оказался значимым на 1%-ном уровне во всех моделях, значит включение данной переменной было оправдано. Коэффициент при переменной, отражающей уровень финансового развития, оказался значимым на 1%-ном уровне и положительным в 5 из 6 моделей, а в последней он оказался незначимым. Также значимыми оказались коэффициенты при фиктивных переменных уровня развития страны. В моделях, в которых зависимой переменной является общая производительность источников возобновляемой энергетики, коэффициенты при переменных развития положительны и для развитых, и для развивающихся стран. Однако в случае, когда из возобновляемой энергетики исключается гидроэнергетика, коэффициент при фиктивной переменной развивающихся стран оказывается отрицательным и статистически значимым. Возможным объяснением данному факту может служить то, что в развивающихся странах отдача от гидроэнергетики больше, чем от других источников альтернативной энергии, поэтому данные страны вначале ориентируются именно на производительность источников гидроэнергии, а лишь затем, при росте дохода, начинают переключаться на более экологичные и менее производительные источники возобновляемой энергии, такие как солнечная и ветровая энергетика. В целом



построенные модели обладают очень высоким уровнем точности и позволяют построить причинно-следственную связь между развитием финансового сектора и ростом сектора возобновляемой энергетики.

## **Заключение**

Результаты нашего исследования показывают, что уровень развитости финансового сектора значимо влияет на использование возобновляемой энергетики, причем не только для развивающихся стран и стран с переходной экономикой, но и для развитых стран.

Данная работа является логичным продолжением прочих работ на эту тематику. Ранее никогда не проводилась оценка использования возобновляемых источников энергии для такого большого количества стран. Значимые результаты получены для различных показателей развитости финансового сектора. Нам удалось оценить разницу в использовании ВИЭ для развитых и развивающихся стран.

Исследование может служить базой для дальнейших работ по данной тематике. Логичным продолжением служит изучение влияния отдельных видов финансирования на развитие сектора ВИЭ.

На основании исследования также можно сделать ряд выводов, пригодных для разработки мер государственной политики в области возобновляемой энергетики. Данная работа является еще одним подтверждением тому, что для успешного развития ВИЭ необходим прозрачный и удобный механизм финансирования подобных проектов. И в развитых, и в развивающихся странах существуют барьеры для многих технологических проектов.

Авторы благодарят профессора Ольгу Владимировну Кудрявцеву за помощь и ценные советы при создании данной статьи.

## **Список литературы**

Ba L., Gasmi F., Um P.N. Is the Level of Financial Sector Development a Key Determinant of Private Investment in the Power Sector? // World Bank Policy Research Working Paper 5373, 2010.

Brunnschweiler C. Finance for renewable energy: an empirical analysis of developing and transition economies. // Environment and development economics. 2010. June. Vol. 15. № 3. P. 241–274.

Mathews J.A., Kidney S., Mallon K., Hughes M. Mobilizing private finance to drive an energy industrial revolution, Energy Policy. 2010. 38. 3263–3265.

Mirkin Y., Kuznetsova O., Kuznetsov A. The Financial Depth of Emerging Markets: The Case of Russia // Competition and change. 2013. May. Vol. 17. No. 2. P. 156–75.

Sahay R., Čihák M., N'Diaye P., Barajas A., Bi R., Ayala D., Gao Y., Kyobe A., Nguyen L.,

Saborowski C., Svirydzenka K., Reza Yousefi S. Rethinking Financial Deepening: Stability and Growth in Emerging Markets // IMF Staff Discussion Notes. 2015. May. SDN 15/08.

Steffen B. The importance of project finance for renewable energy projects // Energy Economics. 2018. January. Vol. 69. P. 280–294.

Financing Renewable Energy. Options for Developing Financing Instruments Using Public Funds // The World Bank. 50 p.

IEA (International Energy Agency). World Energy Outlook 2018, OECD/IEA, Paris, 2018.

IRENA and CPI. Global Landscape of Renewable Energy Finance. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2018.

IRENA. Global Energy Transformation: A roadmap to 2050, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2018.

REN21. Renewables 2018 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat, Paris and World-watch Institute, Washington, D.C., 2018.

UNEP. Global Trends in Sustainable Energy Investment 2018: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency, UNEP DTIE Paris, 2018.

Ермоленко Г. В. Анализ Деятельности Ведущих Нефтегазовых Компаний в Области Возобновляемой Энергетики // Аналитические обзоры Института Энергетики НИУ ВШЭ. – Октябрь 2017. – 57 с.

## **THE IMPACT OF THE FINANCIAL SECTOR ON THE DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY OF RENEWABLE ENERGY**

**Anna Baturevich,  
Vsevolod Spirenikov,  
Kseniya Stakhanova**  
*Bachelor students*  
*Lomonosov Moscow State University*  
*Faculty of Economics*  
*(Moscow, Russia)*

### **Abstract**

Despite the long-term economic and environmental benefits of introducing renewable energy sources (RES), they are associated with many obstacles, one of which is hindered access to finance. This article examines the impact of the level of financial development on the renewable energy industry. An econometric analysis of data for 270 countries for 1987–2016 revealed a significant positive effect of various indicators of the development of the financial sector on the total production of renewable energy sources. In particular, the important role of the size of the banking industry and the size of the private lending sector has been revealed. It also revealed a significant impact of the level of financial development on wind, solar and tidal energy, and this effect is different in developed and developing countries. This work is a logical continuation of other works on this topic. There has never been an assessment of the use of renewable energy for such a large number of countries. Significant results were obtained for various indicators of the development of the financial sector. We were able to assess the difference in the use of renewable energy sources for developed and developing countries.

**Key words:** renewable energy sources, fuel and energy complex, financial sector, economic development, energy transition, panel data.

**JEL codes:** C23, E44, Q28, Q42, Q48, Q58.