

## ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РЫНОК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

© 2021 **Шмелева Александра Игоревна**

Высшая инженерно-экономическая школа

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: alex78shmeleva@mail.ru

© 2021 **Конников Евгений Александрович**

кандидат экономических наук, доцент, Высшая инженерно-экономическая школа

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: konnikov.evgeniy@gmail.com

© 2021 **Крыжко Дарья Александровна**

Высшая инженерно-экономическая школа

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: kryzhko\_da@spbstu.ru

Актуальность исследуемой проблемы заключается в растущей угрозе использования традиционных источников энергии. Происходит истощение топливных природных ресурсов и ухудшение экологии. Возобновляемая энергетика выступает альтернативой традиционному производству. Целью данной работы является исследование энергетического и технологического потенциала ряда стран и формирование комплекса предложений по более активному использованию возобновляемых источников энергии, в частности ветровой и солнечной энергии. Для достижения цели была исследована зависимость между объемом производства возобновляемой энергии и количеством патентов на возобновляемую энергетику; проанализирован индекс развития информационно-коммуникативных технологий как фактор влияния на патентование в области возобновляемой энергетики и рассмотрены патенты на ВЭ в качестве показателя степени инновационности сектора. По результатам проведения исследования было получено, что наибольшее влияние на производство возобновляемой энергии оказывает показатель количества патентов на ВЭ. На число патентов, в свою очередь с большей степенью влияет индекс развития ИКТ и с меньшей — инвестирование «зеленой» энергетики. Было установлено, что увеличение выбросов углекислого газа в атмосферу побуждает направлять инвестиции на развитие альтернативной энергетики.

*Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, возобновляемая энергия, ветроэнергетика, солнечная энергетика, альтернативные источники энергии, традиционные источники энергии, ископаемое топливо, нефть, уголь, производство энергии, потребление энергии, инвестирование, патентование, информационные системы, инновации, энергетика будущего.*

На сегодняшний момент ведущими источниками энергии остаются традиционные — уголь, нефть и газ. Однако несмотря на главное преимущество ископаемого топлива, состоящего в независимости добычи от сезонного фактора, недостатки все больше дают о себе знать. Во-первых, уголь, нефть и газ относятся к невозобновляемым ресурсам, поэтому с течением времени их запасы истощаются, а затраты на разработку месторождений растут. Во-вторых, производство энергии из традиционных источников ограничивается расположением их залежей, поэтому миллионы людей не имеют доступа к электро-

энергии. В-третьих, в процессе выработки энергии посредством сжигания топлива происходит большое количество выбросов углекислого газа CO<sub>2</sub> в атмосферу, что негативно влияет на климат и вносит вклад в глобальное потепление. Немаловажную роль во вреде экологии играют выбросы вредных веществ, жидкие и твердые отходы от производства. Совершенствование информационных технологий позволяет найти решение сложившихся проблем. Появляющиеся инновации дают большой толчок альтернативным источникам энергии, которые изо дня в день составляют все большую конкуренцию

природным ресурсам. К видам альтернативных источников энергии относятся: энергия солнечного излучения; энергия ветра; гидроэнергия; энергия приливов и отливов; энергия волн океанов и морей; геотермальная энергия; энергия биомассы.

Топливо-энергетический комплекс страны в большой мере определяет ее экономическое, технологическое, социальное и политическое развитие. Можно выдвинуть гипотезу о наличии функциональной связи между интеграцией информационных технологий в энергетику и объемом производства возобновляемой энергии. Для анализа было отобрано 11 стран, в числе которых Россия, США, Китай, Канада, Индия, Германия, Испания, Бразилия, Франция и Япония. Все перечисленные страны являются лидерами в производстве того или иного вида энергии. На рисунке 1 представлена разбивка стран на две группы в зависимости от преобладания доли вида энергии в производстве электричества.

С одной стороны, данные страны вносят наибольший вклад в инвестирование возобновляемых источников энергии, а с другой, в большей степени ответственны за эмиссию CO<sub>2</sub>. Стоит также отметить, что в группе стран с преобладающей долей возобновляемой энергии в производстве электричества преимущественно оказались страны Европы. Это объясняется тем, что более активное развитие ВИЭ происходит прежде всего там, где есть недостаток ископаемого топлива. Целью данной работы является исследование энергетического и технологического потенциала данного ряда стран и формирование комплекса рекомендаций по расширению использования ВИЭ.

Тема возобновляемых источников широко поднимается в научном обществе. Плачкова С. Г.,

аудиторская компания КПМГ и Московская биржа отмечают перспективность возобновляемой энергетики. Среди ВИЭ особо выделяют ветроэнергетику, солнечные электростанции и тепловые панели. За счет масштабного применения ВИЭ предполагается сократить около 20% выбросов CO<sub>2</sub> [12]. Совершенствование технологий и глобализация проектов в области ВИЭ, а именно глобальная конкуренция, приводит к снижению технологических затрат проектных рисков и повышению эффективности использования ВИЭ [4]. Драйверами развития альтернативной энергетики выступают: снижение цен на ВИЭ и оборудование; рост экономики и повышение глобального спроса на электроэнергию, технологическое развитие; устаревшая инфраструктура, например, угольные станции [10].

Зуев А., Нертон Дж., Кужелева К. С., Грачев Б. А. и аудиторская компания КПМГ рассматривают вопрос инвестиций в «зеленую» энергетику. Среди всей энергетической отрасли именно ВИЭ является наиболее быстрорастущим направлением с точки зрения инвестиций. Основные вложения сделаны, прежде всего, в развитие солнечной и ветровой энергии. В возобновляемую энергетику инвестируют крупнейшие мировые корпорации из IT сферы, такие как Apple и Google, а также занимающиеся электронной коммерцией, как Amazon [5]. Основной пик инвестиций в ВИЭ в Европе пришелся на 2010–2012 годы. На этот же период пришлось и большее количество выданных патентов [9]. На сегодняшний день, когда уже многие проекты запущены, доля Европы в глобальных инвестициях упала. В 2017 году инвестиции снизились больше всего в Великобритании и Германии, где достигнут высокий уровень установленных мощностей ВИЭ [4]. В статье для Всемирного

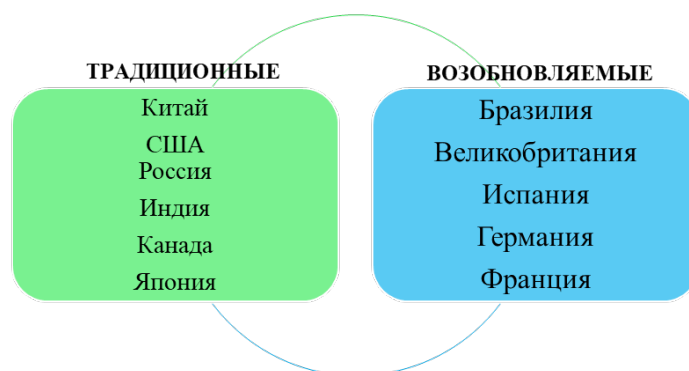


Рисунок 1. Страны по преобладанию традиционных или возобновляемых источников в производстве электроэнергии

экономического форума Чжай Юнпин и Ли Юна связывают замедление роста инвестиций в ВЭ со снижением издержек и субсидий [22]. ЕС определил несколько направлений финансирования: безопасная, «чистая» и эффективная энергетика (Secure, Clean and Efficient Energy); интеллектуальный, «зеленый» и интегрированный транспорт (Smart, Green and Integrated Transport) [6]. Инновации в области прикладных технологий, такие как системы хранения и накопления электроэнергии, являются важным фактором при принятии инвестиционных решений, поскольку они обеспечивают стабильность и безопасность поставок. Разработка аккумуляторных батарей для хранения энергии, развитие агрегаторов и использование водорода в качестве энергоносителя считаются главными вопросами, которые интересуют инвесторов в долгосрочной перспективе [3].

Значительный перечень инновационных технологий был изучен Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Международным энергетическим агентством (МЭА), инновационным центром «Сколково», Международным агентством по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Институтом энергетической стратегии, Конференцией ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД) и аудиторской компанией Deloitte. В последние годы существенно снизилась себестоимость электроэнергии, генерируемой наземными и морскими ветряными станциями. Это связано с увеличением размера установок, использованием винтов большей площади и усовершенствованием технологий управления [11]. Семь технологических направлений, которые составят основу энергоперехода от традиционных ИЭ к альтернативным, способствуя увеличению доли ВИЭ и вытеснению ископаемых видов топлива — это: электрификация, повышение эффективности, развитие цифровых технологий, удешевление хранения энергии, удешевление водородных технологий, распределенная энергетика, удешевление ВИЭ [13]. Помимо прочего, затраты на производство электроэнергии на возобновляемых источниках резко упали благодаря экономии от масштаба, постоянно растущей конкурентоспособности цепочек поставки и приобретению нового опыта разработчиками [21]. Опережающий рост возобновляемой энергетике будет стимулировать снижение грузовых перевозок топлива, смена технологической

и отраслевой структуры промышленности, рост доли потребительских товаров по сравнению со средствами производства и общее сокращение материального производства. Развитие возобновляемой энергетике потребует решения ряда технологических и организационных проблем. Оно будет стимулировать переход к энергосистемам нового поколения, трансформацию рынка [7]. Что касается солнечной энергетике, прослеживается обнадеживающая тенденция к возникновению спектра перспективных тонкопленочных элементов третьего поколения на основе материалов, которые в изобилии встречаются в земной коре — сульфиды металлов меди, цинка и олова, такие наноматериалы, как органические солнечные фотоэлементы и кванто-точечные солнечные элементы. Еще одним новым направлением в освоении возобновляемых энергоносителей является интеграция в «умные» инфраструктуры, включая объединение транспортных средств и электросетей. Рассматривается вариант использования электромобилей в качестве накопителей энергии с возможностью продажи электроэнергии обратно в электросеть в периоды пиковой нагрузки, когда сами транспортные средства никем не используются. Другой ключевой областью для будущих исследований представляется компьютеризация энергосистем. Подчеркивается необходимость в развитии накопителей энергии или тепла, рассчитанных на более длительные периоды времени [14]. Распространение ВИЭ также могут ускорить такие инновационные технологии, как автоматизация, искусственный интеллект, блокчейн и внедрение передовых процессов управления материалами и производственными операциями. Система на базе искусственного интеллекта может обрабатывать изображения со спутников, результаты измерений, сделанных метеостанциями, статистические данные и детализированные данные, поступающие с датчиков на ветряную и солнечную электростанции. Результаты анализа могут использоваться для прогнозирования погодных условий, сравнения прогнозных и фактических данных и корректировки используемой модели с помощью алгоритмов машинного обучения для повышения точности прогнозов. Один из вариантов использования блокчейн — рынок сертификатов атрибутов энергии (САЭ). Каждый сертификат подтверждает факт производства 1МВт электроэнергии, предназначенной для продажи потребителям. Использование

блокчейн дает организациям доступ к совместно используемому, достоверному перечню всех проведенных операций и устраняет необходимость в помощи посредников: регистраторов, брокеров и утверждающих лиц. Технология получения солнечной энергии с помощью перовскита развивается рекордными темпами с момента своего появления. Свойства перовскита включают способность превращать в электричество больший диапазон светового спектра, чем кремний, причем с большей эффективностью. Кроме того, перовскит можно распылять на различные поверхности в виде спрея или печатать в виде рулонов, что расширяет возможности для его применения. Если говорить о ветровой энергетике, технологии аддитивного производства позволяют создавать лопасти, применяя 3D-печать, по месту нахождения установки с целью устранения логистических затрат и рисков [8].

Немаловажную роль в переходе к возобновляемой энергетике играет государственная поддержка. Мотивы господдержки развития ВЭ включают: 1) обеспечение национальной энергетической безопасности и диверсификацию источников энергии, 2) поощрение развития передовых технологий и обеспечение национального технологического лидерства, 3) требования по снижению выбросов CO<sub>2</sub>, 4) необходимость перехода к энергетике нового типа, отвечающей направлениям развития социума [7]. Для последних нескольких лет характерно стремление некоторых стран-энергоэкспортеров диверсифицировать свои источники энергии с целью экономии ископаемых энергоресурсов для экспорта и снижения своих рисков в том случае, если в ближайшие десятилетия возобновляемая энергетика получит большое распространение в мире, а добыча ископаемого топлива будет становиться все более дорогой и все менее конкурентоспособной ввиду истощения запасов. Многие страны стремятся снизить объемы выбросов вредных веществ в окружающую среду, возникающих в результате использования ископаемого топлива. Но не следует переоценивать экологические мотивы, так как снижение загрязнения подразумевает большие расходы для государств, бизнеса и потребителей, и борьба с выбросами на словах часто является гораздо более активной, чем фактическая борьба [2]. Опыт развитых стран доказывает, что развитие ВИЭ может быть экономически невыгодным в краткосрочной перспективе, однако масштабная поддержка на

государственном уровне в период становления этого рынка станет мощным трамплином для его дальнейшего роста. Многие страны, где ВИЭ достигли относительной зрелости, уже отменяют субсидирование и стимулируют дальнейшее рыночное развитие данных источников электроэнергии [4]. ЮНКТАД отмечает в использовании ВИЭ различие между странами во внешних факторах: географические и экологические условия, социально-экономические приоритеты и приоритеты развития, культурная и политическая специфика [14].

В последнее время нефтегазовые компании проявляют активный интерес к возобновляемой энергетике. Нефтегазовые компании участвуют в двух типах проектов: генерация электроэнергии и новые технологии, используемые в транспорте, в том числе развитие сферы электромобилей. Такая стратегия позволяет компаниям становиться центром технологических инноваций и использовать компетенции для дальнейшей географической экспансии [4]. По мнению отраслевых экспертов, малая заинтересованность российских нефтегазовых компаний в развитии ВИЭ в нашей стране связана с недостаточной господдержкой рынка, низкой рентабельностью проектов и регуляторными барьерами, включая запрет на совмещение генерации и передачи энергии (кроме как для собственных нужд) [5].

Абдрахманова Г.И., Ковалева Г.Н., Коцмир М.Н. рассмотрели информационный потенциал России. В рейтинге индекса развития ИКТ, который публикуется Международным союзом электросвязи (ITU), Россия занимает далеко не лидирующие позиции. Повышению позиции России в рейтинге будет способствовать расширение пропускной способности международного Интернет-канала, а в качестве дополнительных «драйверов роста» следует рассматривать более активное распространение фиксированного и мобильного широкополосного доступа, а также интенсификацию использования Интернета домашними хозяйствами [1].

Таким образом, все авторы неизменно отмечают рост доли альтернативной энергетики в общем топливно-энергетическом комплексе, подчеркивая роль инновационных технологий в развитии ВИЭ. На основе литературного обзора были определены переменные для дальнейшего анализа: производство ВИЭ, выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива, инвестирование ВЭ, количе-

ство патентов на ВЭ, добыча сырой нефти, добыча каменного угля и лигнита, индекс развития ИКТ и другие. Методология данного исследования основана на проведении регрессионного анализа и авторегрессионного анализа. Независимыми переменными в рамках данного исследования являются: ВВП, численность населения, добыча сырой нефти и добыча угля и лигнита. Центроидом анализа выступает зависимость производства возобновляемой энергии от количества патентов на ВЭ, цены берегового ветряного электричества, цены солнечных модулей и инвестирования ВЭ. Полная теоретическая концептуальная модель, показывающая связь между выбранными показателями, представлена на рисунке 2, в таблице 1 представлен результирующий комплекс переменных.

По результатам проверки десяти уравнений, лишь пять оказались в достаточной мере значимыми. Несмотря на то, что удалось подтвердить наличие связи между независимыми и зависимыми переменными в исключенных уравнениях, их достоверность не достигла уровня 30%. Подтвержденная концептуальная модель представлена на рисунке 3.

Сводная система оптимизированных урав-

нений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases}
 Y = 694,96 + 0,032 * X_{1(t-1)} - 4940,1 * X_2 - 606,2 * X_3 \\
 X_1 = -37019,2 + 29276,1 * I - 6401,2 * I^2 + 426 * I^3 + 5,8 * X_4^2 \\
 X_4 = -0,94 + 0,009 * E \\
 E = 265,4 + 2,77 * D_1 + 2,46 * D_2 \\
 C = -5016395,4 + 2415,3 * N + 2870,3 * D_1 + 576,4 * D_2 + \\
 + 1021436,6 * I - 0,56 * N^2 - 6,2 * D_1^2 - 0,22 * D_2^2 - 6283,5 * I^3
 \end{cases}$$

Независимые переменные полученных оптимизированных уравнений имеют сильную связь с зависимыми переменными. Количество патентов на ВЭ ( $X_1$ ), цена берегового ветряного электричества ( $X_2$ ) и цена солнечных модулей ( $X_3$ ) описывают 91,4% дисперсии производства ВЭ ( $Y$ ). Увеличение  $X_1$  положительно влияет на производство ВЭ, а увеличение  $X_2$  и  $X_3$ , наоборот, имеет отрицательный результат. Наибольшее влияние на производство возобновляемой энергии оказывает цена берегового ветряного электричества — при увеличении  $X_2$  на 1%  $Y$  уменьшится на 1,63%. Так как мы заинтересованы в увеличении производства, цену следует снижать. Безопаснее будет управлять количеством патентов на ВЭ, т.к. интервал эластичности  $X_1$  наименьший, что обеспечивает более прогнозируемый результат. Следовательно, при увели-

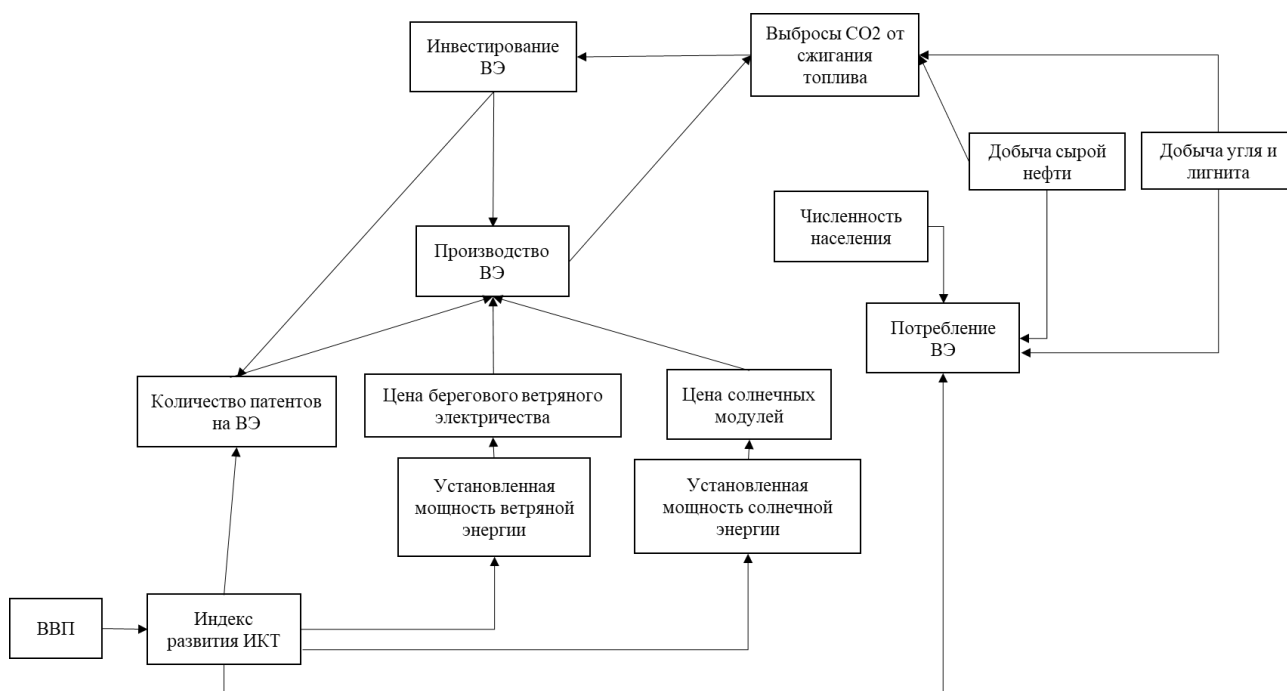


Рисунок 2. Концептуальная модель исследования

Таблица 1. Результирующий комплекс переменных

№	Переменная	Тип переменной	Условное обозначение	Единицы измерения	Источник
1	Производство возобновляемой энергии	Эндогенно-экзогенная	Y	ГВт*ч	BP Statistical Review of World Energy
2	Количество патентов на ВЭ	Эндогенно-экзогенная	X <sub>1</sub>	единица	IRENA
3	Цена берегового ветряного электричества	Эндогенно-экзогенная	X <sub>2</sub>	долл./кВт*ч	IRENA
4	Цена солнечных модулей	Эндогенно-экзогенная	X <sub>3</sub>	долл./Вт	IRENA
5	Инвестирование ВЭ	Эндогенно-экзогенная	X <sub>4</sub>	млрд. долл.	Bloomberg
6	Установленная мощность ветряной энергии	Эндогенно-экзогенная	W	ГВт	BP Statistical Review of World Energy
7	Установленная мощность солнечной энергии	Эндогенно-экзогенная	S	ГВт	BP Statistical Review of World Energy
8	Индекс развития ИКТ	Эндогенно-экзогенная	I	коэффициент	ITU
9	ВВП	Экзогенная	G	млрд. долл.	The Global Economy
10	Выбросы CO <sub>2</sub> от сжигания топлива	Эндогенно-экзогенная	E	Мт	Enerdata
11	Добыча сырой нефти	Экзогенная	D <sub>1</sub>	Мт	Enerdata
12	Добыча угля и лигнита	Экзогенная	D <sub>2</sub>	Мт	Enerdata
13	Потребление ВЭ	Эндогенная	C	ТВТ*ч	BP Statistical Review of World Energy
14	Численность населения	Экзогенная	N	млн. человек	The Global Economy

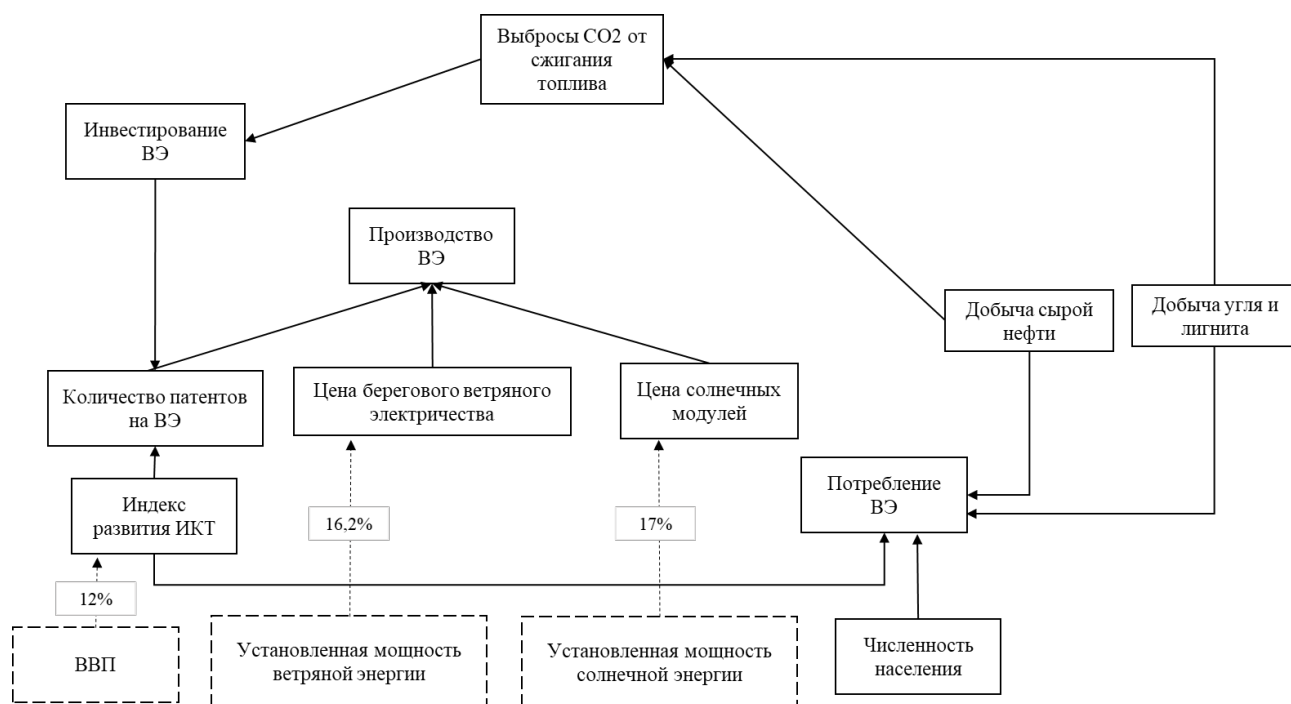


Рисунок 3. Подтвержденная концептуальная модель исследования

чении количества патентов на ВЭ на 1% производство ВЭ вырастет от 0,33% до 0,73%. Индекс развития ИКТ (I) и инвестирование возобновляемой энергетики ( $X_4$ ) объясняют 71,6% дисперсии количества патентов на ВЭ ( $X_1$ ), причем переменная  $X_4$  имеет квадратичную форму, т.к. с ростом инвестиций количество патентов увеличивается с некоторым ускорением. С большей силой на количество патентов влияет индекс развития ИКТ, при увеличении на 1% которого  $X_1$  растет в пределах от 38,6% до 40,4%. Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива (E) описывают 92,8% дисперсии инвестирования ВЭ ( $X_4$ ). Коэффициент эластичности E говорит нам о том, что при увеличении данного признака-фактора на 1% признак-результат вырастет на 1,05%. Добыча сырой нефти ( $D_1$ ) и добыча угля и лигнита ( $D_2$ ) объясняют 95,3% дисперсии выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива (E). Эффективнее на выбросы CO<sub>2</sub> воздействует добыча угля и лигнита, т.к. при увеличении  $D_2$  на 1% E увеличивается на 0,63. Наша цель состоит в снижении выбросов углекислого газа, поэтому логичнее будет сказать, что требуется снизить добычу каменного угля и лигнита. И, наконец, наиболее сильная связь наблюдается между численностью населения (N), добычей сырой нефти ( $D_1$ ), добычей угля и лигнита ( $D_2$ ), индексом развития ИКТ (I) и потреблением ВЭ (C) — 99% при очень высоком качестве модели. Чтобы добиться лучшего результата в изменении объема потребления ВЭ, следует влиять на индекс развития ИКТ. При увеличении I на 1% C вырастает на 19,4%.

На основе метаанализа было установлено, что влияние количества патентов на ВЭ, цены берегового ветряного электричества и цены солнечного электричества на производство ВЭ, а также влияние добычи сырой нефти и добычи угля и лигнита на выбросы углекислого газа усиливается с каждым годом. Неоднозначная ситуация обстоит с влиянием выбросов CO<sub>2</sub> на инвестирование ВИЭ. Можно заметить некую циклическую тенденцию в динамике данной модели, что скорее говорит нам о непрямой связи модели со временем. Целесообразность исключения модели зависимости цены берегового ветряного электричества от установленной мощности ветряного электричества подтвердилась после метаанализа — эффективность модели лишь ухудшается со временем. Однако влияние установленной мощности солнечного электричества на цену солнечных модулей динамически

становится более значимым.

После проведения исследования влияния роста информационных технологий на возобновляемые источники энергии нельзя не согласиться с тезисами авторов, раскрытыми в литературном обзоре. Безусловно, роль возобновляемых источников энергии приобретает все большую значимость. Наиболее перспективными видами «зеленой» энергии С.Г.Плачкова и А.Зуев называют именно солнечную и ветровую. Ведь, действительно, преимуществом солнечной и ветровой энергии является возможность расположить энергоустановки по всему миру, и наличие природных ресурсов, будь то водные ресурсы или ископаемые, для страны не принципиально. Более того, использование электростанций на базе ВИЭ позволит децентрализовать энергетику. Так, например, бедные страны Африки смогут увеличить объем собственной выработки электричества — имея свои установки не придется нести риски и огромные затраты на транспортировку электроэнергии. Следовательно, распространение ВЭС и СЭС в дальние уголки мира, где нет возможности жить за счет тех же традиционных источников энергии, приведет к снижению бедности и улучшению экономики многих стран. Как показал анализ данных, цены на ветряное и солнечное электричество уменьшаются, а, соответственно, доступность возобновляемых технологий растет с каждым годом. Высказывание Дж.Нертона, Юнпина Чжай и Юны Ли о замедлении роста инвестиций косвенно подтвердилось в метаисследовании зависимости инвестирования ВЭ от выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива. Имеет место некоторая циклическая динамика критерия значимости модели. И для нас важно не столь, как показатель инвестирования изменяется под воздействием показателя выбросов CO<sub>2</sub>, а как инвестирование изменяется в целом. Снижение инвестиций ВЭ можно объяснить снижением затрат вследствие большего развития альтернативных технологий. Затем в определенный момент наступает инновационный «прорыв» и происходит увеличение поступлений инвестиций с целью модернизации производства. Несомненно, научно-технический прогресс не стоит на месте. А.А.Макаров, В.В.Бушуев, М.Мотыка, Э.Слотер, К.Эймон и ЮНКТАД подчеркивают важность развития цифровых технологий на пути к трансформации рынка энергетики, в чем мы еще раз удостоверились, проследив

модель влияния индекса развития ИКТ и инвестирования ВЭ на количество патентов на ВЭ и модель влияния количества патентов на ВЭ, цен берегового ветряного электричества и солнечных модулей на производство ВЭ. Во-первых, посчитанные коэффициенты эластичности устанавливают, что именно индекс развития информационно-коммуникационных технологий страны в большей степени способствует увеличению числа патентов на альтернативные источники энергии, а патенты, в свою очередь, отражают появление новых разработанных технологий в области возобновляемой энергетики. Авторы подробно описывают такие инновации, в числе которых система искусственного интеллекта, блокчейн, аддитивные технологии, в частности 3D-печать, использование минерала перовскита в солнечных панелях. Во-вторых, анализ коэффициентов эластичности показателей, влияющих на производство ВЭ, показывает, что регрессор «количество патентов» воздействует на «производство ВЭ» с положительным знаком. Примечательно, что прирост патентов на ВИЭ превышает прирост патентов на технологии, связанные с ископаемым топливом. Еще одним аспектом энергоперехода В.А.Баринова, Д.А.Лайтнер, Т.А.Ланьшина и В.В.Бушуев называют поддержку со стороны государства. Государство должно быть заинтересовано в укреплении «политики чистой энергетики», так как это благоприятствует не только экономической и экологической среде, но и социально-политической. Современное человечество старается подходить к вопросу сохранения планеты с большей ответственностью, а активное вмешательство государства в распространение ВЭ добавит ему «балл в копилку». Среди мотивов господдержки В.В.Бушуев выделяет поощрение развития передовых технологий и требования по снижению выбросов CO<sub>2</sub>.

Исследование энергетического и технологического потенциала ряда стран было проведено с целью формирования комплекса рекомендаций по расширению использования ВИЭ. Рассмотрим полученные результаты и сделаем соответствующие выводы.

Первым был изучен показатель объема производства возобновляемой энергии. Перед нами стоит задача увеличить производство энергии, особенно ветровой и солнечной, а для этого в рамках исследуемых показателей нужно снизить цену берегового ветряного электричества, цену

солнечных модулей и увеличить количество патентов на ВЭ. Главное внимание следует сосредоточить на увеличении числа патентов, т.к. цены снизятся естественным путем ввиду большего развития технологий. Кроме того, метаисследование показало, что эффективность ранее исключенной модели влияния установленной мощности солнечной энергии на цену солнечных модулей со временем повышается, поэтому теоретически мы можем воспользоваться данной моделью. Однако эта модель предполагает, что при увеличении установленной мощности растет цена, следовательно, чтобы снизить цену требуется уменьшить установленную мощность. Уменьшение установленной мощности солнечной энергии означает снижение производства энергии, что противоречит нашей первоначальной цели, поэтому моделью управлять бесполезно.

Чтобы понять направления воздействия на количество патентов, обратимся к следующей рассмотренной модели. Так, было установлено, что на повышение числа патентов на ВЭ влияет увеличение индекса развития ИКТ и увеличение инвестиций в возобновляемую энергетику, причем увеличение индекса влияет сильнее. Для улучшения уровня развития ИКТ необходимо организовать домашним хозяйствам более открытый доступ в Интернет, повысить уровень грамотности населения в сфере IT посредством предоставления возможности получения IT образования и навыков. Поступление инвестиций в ВЭ можно увеличить благодаря привлечению общественного, в т.ч. государственного, внимания к существующей проблеме истощения ископаемого топлива, не повсеместной доступности электричества и ухудшения экологии. Последнее было проверено при поведении регрессионного анализа зависимости инвестирования ВЭ от выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива, который показал, что увеличение выбросов углекислого газа способствует росту инвестиций. В данном случае управление показателем выбросов должно быть непрямым, т.к. увеличение выбросов CO<sub>2</sub> и сопутствующего вреда экологии ради получения денежной помощи для производства ВЭ — неудачный метод воздействия. Поэтому следует остановиться на варианте организации различных форумов и конференций с целью придания огласке необходимости вложений в альтернативную энергетику для снижения выбросов CO<sub>2</sub>.

В свою очередь, было изучено как производ-



ство ВЭ, добыча сырой нефти, каменного угля и лигнита влияют на выбросы углекислого газа от сжигания топлива в атмосферу. Выдвигалось предположение, что производство чистой энергии отрицательно сказывается на выбросах CO<sub>2</sub>, однако оно не подтвердилось, скорее всего, из-за недостаточной степени использования возобновляемых источников энергии, которое еще не успело укрепить свою роль. Для снижения вредных выбросов следует уменьшать добычу сырой нефти и добычу каменного угля, причем воздействие на показатель добычи каменного угля и лигнита будет более эффективным и безопасным с точки зрения прогнозирования результата. Здесь следует отметить, что развитие технологий положительно сказывается не только на производстве ВЭ, но и на производстве на базе традиционных источников энергии. Борьба с избыточными выбросами CO<sub>2</sub> послужила разработке технологии улавливания и хранения углерода (УХУ или CCS, Carbon Capture and Storage). Данная технология подразумевает, что энергетические компании, чье производство строится на ископаемом топливе, не отдадут так просто свое первенство возобновляемой энергетике. По сути, угольные электростанции будут продолжать осуществлять свою деятельность, но уже с причинением меньшего ущерба окружающей среде. Однако эта «уловка» не отменяет другие недостатки традиционного энергопроизводства.

И, наконец, последней достоверной моделью проведенного исследования выступает модель влияния численности населения, добычи сырой нефти, каменного угля и лигнита и индекса развития ИКТ на потребление возобновляемой энергии. Чтобы увеличить объем потребления ВЭ, следует увеличить численность населения, увеличить добычу нефти и угля и повысить индекс развития ИКТ. Самым главным регрессо-

ром выступает индекс развития ИКТ, который включает владение населения ИТ навыками и наличие доступа в Интернет. Если первое подразумевает интеллектуальный потенциал страны, то второе — социальную осведомленность о существующих проблемах, связанных с традиционным производством, и о методе их решения в виде альтернативной энергетики. Увеличение потребления ВЭ посредством роста добычи нефти и угля указывает на тот сценарий развития событий, когда негативные факторы уже вынуждают прибегнуть к единственному выходу из сложившейся ситуации, другими словами, возрастающая добыча ископаемого топлива неизбежно приведет к истощению запасов и к ухудшению экологической обстановки, поэтому не останется никаких других вариантов, кроме как перейти на потребление ВЭ. Данный сценарий, конечно, и приводит к нужному результату, но не целесообразными способами. Следовательно, стоит постепенно уменьшать добычу сырой нефти и каменного угля, выравнивая уровень потребления ВЭ увеличением оставшихся из предложенных признаков-факторов. Пожалуй, самому неоднозначному толкованию поддается такое направление воздействия, как увеличение численности населения. С одной стороны, с увеличением населения растет и спрос на энергию. Но если взглянуть глубже, то численность населения можно рассмотреть в качестве: 1) пользователей автотранспортом; 2) потенциальных «умов» страны. Первое может иметь негативное влияние на экологию, поэтому требует дополнительного контроля. Стоит сказать, что увеличение численности населения не обязательно подразумевает идею увеличения рождаемости. Силы нужно направить на улучшение образования населения с целью воспитания поколения потребителей альтернативной энергии.

### Библиографический список

1. Абдрахманова Г.И., Ковалева Г.Н., Коцемир М.Н. Россия в Рейтинге развития ИКТ / Г.И. Абдрахманова, Г.Н. Ковалева, М.Н. Коцемир. — Текст: электронный // ResearchGate: [сайт]. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/298210464\\_Rossia\\_v\\_Rejtinge\\_razvitiya\\_IKT](https://www.researchgate.net/publication/298210464_Rossia_v_Rejtinge_razvitiya_IKT)
2. Баринаова, В. А., Лайтнер Д. А., Ланьшина Т. А. Перспективы развития возобновляемой энергетики в России и мире / В. А. Баринаова, Д. А. Лайтнер, Т. А. Ланьшина. — Текст: электронный // SSRN: [сайт]. — URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2812577](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2812577)
3. Большие надежды: сделки М&А в возобновляемой энергетике. — Текст: электронный // KPMG: [сайт]. — URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2018/05/ru-ru-renewables-report-full-year-data-2017.pdf>
4. Возобновляемые источники энергии как новый шаг развития для нефтегазовых компаний. — Текст: электронный // KPMG: [сайт]. — URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/12/ru-ru-renewable-energy-sources-for-oil-and-gas.pdf>

5. Зуев А. Солнечное будущее / А.Зуев.— Текст: электронный // Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса: [сайт].— URL: [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/articles/6/729/](https://www.cdu.ru/tek_russia/articles/6/729/)).
6. Кужелева К.С., Грачев Б.А. Энергетическая политика ЕС в области ВИЭ, энергоэффективности и внедрения новых ресурсосберегающих технологий / ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии», 2018, с. 8.
7. Мировая энергетика — 2050 (Белая книга) / Под ред. Бушуева В.В. (ГУ ИЭС), Каламанова В.А. (МЦУЭР) — М.: ИЦ «Энергия», 2011. — 360 с.
8. Мотыка М., Слотер Э., Эймон К. Международные тенденции в области возобновляемых источников энергии / М.Мотыка, Э.Слотер, К.Эймон.— Текст: электронный // Deloitte: [сайт].— URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/global-renewable-energy-trends.pdf>
9. Нертон Дж. Патентование в области возобновляемой энергетики: последние тенденции / Дж.Нертон.— Текст: непосредственный // ВОИС.— 2020.— № 1.— С. 50–56.
10. Обзор перспективных технологий в секторе альтернативной энергетики.— Текст: электронный // Московская биржа: [сайт].— URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi3seXO4drtAhUMjosKHVjWAucQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Ffiles.moex.com%2Ffiles%2F16553&usq=AOvVaw0uqmMk0lrnqkuGBZ0EVvBz>
11. Перспективы энергетических технологий. В поддержку Плана действий «Группы восьми». Сценарии и стратегии до 2050 г. ОЭСР/МЭА, WWF России (перевод на русский язык, ред. часть 1 А.Кокорин, часть 2 Т.Муратова.— М.: 2007.— 586 с.
12. Плачкова С.Г. Энергетика. История, настоящее и будущее. Книга 5. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире /С. Г.Плачкова —Текст: электронный // Энергетика. История, настоящее и будущее: [сайт].— URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5>
13. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А.Макарова, Т.А.Митровой, В.А.Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019.— 210 с.— ISBN 978–5–91438–028–8
14. Роль науки, техники и инноваций в деле значительного увеличения доли возобновляемых источников энергии к 2030 году.— Текст: электронный // UNCTAD: [сайт].— URL: [https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162018d2\\_ru.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162018d2_ru.pdf)
15. Статистический источник // BP: [сайт].— URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
16. Статистический источник // Bloomberg: [сайт].— URL: <https://www.bloomberg.com/>
17. Статистический источник // Enerdata: [сайт].— URL: <https://yearbook.enerdata.ru/>
18. Статистический источник // IRENA: [сайт].— URL: <https://www.irena.org/>
19. Статистический источник // ITU: [сайт].— URL: <https://www.itu.int/>
20. Статистический источник // The Global Economy: [сайт].— URL: <https://ru.theglobaleconomy.com/>
21. Стоимость производства электроэнергии на ВИЭ в 2019 году.— Текст: электронный // IRENA: [сайт].— URL: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>
22. Zhai Y, Lee Y. Investment in renewable energy is slowing down / Y.Zhai, Y.Lee.— Текст: электронный // World Economic Forum: [сайт].— URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/global-renewable-energy-investment-slowing-down-worry/>