

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ЭКОНОМИКИ: ОБЗОР ПОДХОДОВ*

Светлана Валерьевна РАТНЕР^{a,*}, Константин Геннадьевич ГОМОНОВ^b

^a доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономической динамики и управления инновациями, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН); профессор кафедры экономико-математического моделирования, Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Российская Федерация
lanarat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>
SPIN-код: 7840-4282

^b кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономико-математического моделирования, Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Российская Федерация
k.gomonov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6288-8664>
SPIN-код: 8999-9768

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 15.05.2019
Получена в доработанном виде 14.06.2019
Одобрена 12.07.2019
Доступна онлайн 30.08.2019

УДК 338.2

JEL: O44, Q01

Ключевые слова:

экономическая политика, оценка результативности, системная динамика, модели общего вычислимого равновесия, матрица социальных счетов

Аннотация

Предмет. Вопросы количественной оценки эффективности государственных институтов стимулирования развития возобновляемой энергетики и энергоэффективности до сих пор остаются дискуссионными. Разрабатываемые и совершенствуемые модели и инструменты поддержки принятия решений в этой сфере, рассчитанные на применение в странах с развитой экономикой и высоким качеством институциональной среды, не могут быть использованы для прогнозирования последствий экономических решений и политик в странах с динамичными и подверженными изменениям институциональной средой и экономической системой.

Цели. Обзор методов и моделей оценки результативности государственных механизмов и прямых мер, направленных на стимулирование развития возобновляемой энергетики и энергоэффективности.

Методология. Основные методы исследования – библиографический и сравнительный анализ.

Результаты. Алгоритмы большинства моделей в части прогнозирования эффектов введения различных стимулирующих мер развития зеленых технологий являются непрозрачными, что вполне может привести как к намеренным искажениям результатов прогнозирования и моделирования (в целях продвижения решений, выгодных определенным группам стейкхолдеров), так и ненамеренным ошибкам, вызванным ориентацией на закономерности социально-экономического развития, характерные только для стран с развитой рыночной экономикой и стабильным качеством институциональной среды.

Выводы. Несмотря на обилие моделей прогнозирования последствий и оценки эффективности мер государственного стимулирования развития возобновляемой энергетики и энергоэффективных технологий, представленных в мировой литературе, их прямое (без адаптации) применение в условиях российской экономики представляется нецелесообразным.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Ратнер С.В., Гомонов К.Г. Оценка результативности мер государственной поддержки возобновляемой энергетики и энергоэффективной экономики: обзор подходов // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2019. – Т. 18, № 8. – С. 1428 – 1447.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.8.1428>

Введение

Большинство государств мира в настоящее время проводит в той или иной мере стимулирующие политики развития возобновляемой энергетики и энергоэффективной экономики. Практика мирового развития возобновляемой энергетики и энергоэффективности свидетельствует о том, что некоторые ее виды способны создавать сильные положительные внешние эффекты, такие как рост занятости в высокотехнологичных секторах экономики, развитие малого и среднего бизнеса, увеличение доходов населения, улучшение состояния окружающей среды [1–3]. Поэтому различные меры стимулирования возобновляемой энергетики (ВИЭ) и энергоэффективности могут рассматриваться как механизмы инновационного развития.

Степень результативности таких механизмов зависит от множества факторов, в том числе от полноты учета интересов различных групп стейхолдеров, вовлеченных в процесс диффузии новых энергетических технологий, соответствия форм и методов поддержки возобновляемой энергетики уровню технологического и инновационного развития экономики, особенностям исторически сложившейся энергетической инфраструктуры и моделям энергетического менеджмента, а также культурному коду общества.

Однако вопросы количественной оценки эффективности государственных институтов стимулирования развития возобновляемой энергетики и энергоэффективности до сих пор остаются дискуссионными как в научной литературе, так в бизнес-сообществе [4, 5]. Разрабатываемые и совершенствуемые модели и инструменты поддержки принятия решений в сфере развития ВИЭ, рассчитанные на применение в странах с развитой экономикой и высоким качеством институциональной среды, не могут быть использованы для прогнозирования последствий экономических решений и политик в странах с динамичными и подверженными изменениям институциональной средой и экономической системой.

* Исследование поддержано экономическим факультетом Российского университета дружбы народов.

Современной популярной формой государственной поддержки зеленой экономики в наиболее развитых странах является так называемая политика развертывания (deployment policy), или создание рынка (market creation), в рамках которой осуществляется масштабная поддержка различных зеленых технологий на стадиях, пока они неконкурентоспособны по сравнению с традиционными технологиями. Наиболее ярким примером применения такой политики является субсидирование возобновляемой энергетики посредством бонусных тарифов, налоговых льгот, мандатов на биотопливо и т.д. Сторонники такой политики обосновывают ее как инвестиции в обучение (learning investments), которые окупятся в долгосрочной перспективе, поскольку они стимулируют инновации, снижают затраты и повышают производительность экологически чистых технологий для будущих поколений, формируют благоприятную институциональную среду. Однако политика развертывания – дорогостоящий и долгий путь декарбонизации экономики и улучшения экологической ситуации, который делает ее эффективность в краткосрочной перспективе очень спорной, так как преимущества в виде инноваций и долгосрочных сокращений расходов являются сложно определяемыми и не поддаются четкой количественной оценке. Примеры негативных последствий реализации политики развертывания широко известны в научной литературе и включают снижение инвестиций в исследования и разработки, рост импорта высокотехнологичного оборудования, прямые убытки бюджета [6, 7].

Другой формой стимулирования может быть государственная поддержка непосредственно производителей инновационного оборудования для зеленых технологий, которая направлена на создание новых высокотехнологичных производств. Примером такой государственной политики может быть программа стимулирования ветровой, солнечной и малой гидроэнергетики в России на основе договоров предоставления мощности [8]. Такая политика поддержки менее затратна и потому лучше подходит для

развивающихся стран, а ее цели лучше измеримы. Как правило, программы поддержки производителей используют такие инструменты, как государственные программы и инновационные проекты, субсидирование ставок по кредитам и лизингу, государственные гарантии по кредитам и др. Недостатками такой формы поддержки являются ограниченность масштабов, отсутствие или слабость эффектов обучения, потенциальная угроза выращивания неэффективных производств в отсутствие реальной рыночной конкуренции, потенциальная угроза концентрации финансовых ресурсов на быстроустареваящих и малоэффективных технологиях, слабая прозрачность и плохая контролируемость всего механизма распределения бюджетных средств со стороны общества.

Вне зависимости от того, какую из форм поддержки возобновляемой энергетики и энергоэффективной экономики выбирает для себя страна (или использует некую их комбинацию), и в том и в другом случаях она нуждается в научно обоснованном подходе к измерению (и прогнозированию на основе отслеживания технологических трендов) эффективности проводимой политики и четко выстроенной системе мониторинга качества государственных институтов, задействованных в реализации зеленой экономической политики. Так как переход к зеленой экономике возможен только путем разработки и реализации эко-инноваций, которые характеризуются наличием так называемых двойных экстерналий (удвоенных позитивных внешних эффектов, в отличие от «обычных» инноваций), то полная интернализация таких позитивных внешних эффектов возможна только при условии наличия качественной институциональной среды [9].

Целью нашего исследования является обзор методов и моделей оценки результативности государственных механизмов и прямых мер, направленных на стимулирование развития возобновляемой энергетики и энергоэффективности. Информационной базой исследования послужили аналитические

обзоры и отчеты Партнерства по продвижению зеленой экономики ООН (Partnership for Action on Green Economy, PAGE), аналитические материалы Международного энергетического агентства (МЭА), Агентства по возобновляемой энергетике (International Renewable Energy Agency, IRENA), Мирового совета по ветровой энергетике (Global Wind Energy Council), аналитические и отчетные материалы Министерства энергетики Российской Федерации, а также работы российских и зарубежных ученых. Основными методами исследования послужили библиографический и сравнительный анализ.

Подходы к измерению и оценке эффективности государственных мер стимулирования возобновляемой энергетики и энергоэффективности

Анализируя представленные в научно-аналитической литературе и официальных документах подходы к оценке результативности (эффективности) мер государственного стимулирования ВИЭ и энергоэффективности, можно расположить их в порядке возрастания количества учитываемых при оценке прямых и косвенных эффектов внедрения новых технологий в практику в виде системы расходящихся концентрических кругов (рис. 1).

Самым простым по количеству учитываемых эффектов является подход к оценке эффективности реализованных мер государственной поддержки только по степени совпадения (или несовпадения) достигнутых показателей развития ВИЭ и энергоэффективных технологий с запланированными. В качестве основных показателей, как правило, используются доля ВИЭ в энергобалансе страны, кумулятивный объем установленной мощности ВИЭ, снижение энергоемкости экономики по сравнению с базовым уровнем и др. Вспомогательными показателями могут быть количество проведенных мероприятий, направленных на внедрение новых технологий, полнота расходования выделенных средств, объемы привлеченных

частных инвестиций и др. Такой подход чаще всего применяется в российской практике (см., например, отчетные документы по госпрограмме «Энергоэффективность и развитие энергетики»¹). Примерами применения подобного подхода за рубежом могут быть стандарты энергоэффективности и стандарты «чистой» энергетики, применяемые на уровне отдельных штатов в США [10–12].

Более сложный подход к оценке результативности мер государственной поддержки состоит, помимо учета степени достижения заявленных целей, также в учете прямых мультипликативных эффектов на смежные отрасли и секторы экономики, а также социальных и экологических эффектов, таких как рост занятости и улучшение состояния окружающей среды. Примерами применения такого подхода являются отчеты Мирового совета по ветровой энергетике (Global Wind Energy Council)², Агентства по возобновляемой энергетике IRENA³, партнерства REN21⁴ и многих других международных и национальных организаций. В рамках данного подхода достаточно часто также применяются методики оценки эффективности мер государственной поддержки с привычной для экономиста точки зрения – соотношения затрат и произведенных эффектов в стоимостном выражении. Отдавая должное целесообразности такого подхода следует отметить, что его практическое применение осложнено неразвитостью методов стоимостной оценки положительных экологических эффектов, таких как сокращение выбросов парниковых газов, улучшение локальной экологической обстановки и др. Как следствие – стоимостные оценки положительных экологических эффектов в различных источниках могут расходиться на порядки (см., например, различия в оценках социальной стоимости

углерода⁵ [13]), что создает почву для политических спекуляций.

Еще более широкий подход к оценке эффективности мер государственного стимулирования ВИЭ и энергоэффективности предлагает рассматривать эти меры в контексте становления и развития зеленой экономики. Согласно декларации ООН по окружающей среде, оценка эффективности государственных институтов развития зеленой экономики строится на анализе производственного, человеческого и природного капиталов⁶. Основная идея обоснования столь широкого взгляда на эффективность энергетической политики состоит в том, что политика должна разрабатываться комплексным образом с учетом конкретных обстоятельств страны, чтобы максимизировать не только прямые, но и сопутствующие выгоды и управлять потенциальными рисками социально-экономического развития, такими как риск деградации экосистем, риск столкнуться с проблемой ресурсных ограничений, риск технологического отставания и др. Митигация этих рисков возможна через активную разработку и внедрение зеленых инноваций.

Многие авторы при этом отмечают, что развитие зеленых инноваций требует хороших рамочных условий для инноваций в целом [14]. Если не будет достигнут некоторый уровень технологической готовности и инновационной восприимчивости экономики, конкретные политические стратегии не будут успешными. Отсюда перейдем к следующему уровню расширения взгляда на проблему оценки эффективности политик в области ВИЭ и энергоэффективности.

В качестве максимально широкого взгляда на исследуемую проблему можно выделить подход, рассматривающий политику в области развития ВИЭ и энергоэффективности как часть политики устойчивого развития, определяя связь между технологиями, которые

¹ Государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики». URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323>

² Global Wind Report. Annual Market Update 2013. Global Wind Energy Council, 2014.

³ Evaluating Policies in Support of Deployment of Renewable Power. The International Renewable Energy Agency, 2012.

⁴ REN21. Renewables 2017 Global Status Report. Paris, REN21 Secretariat, 2017.

⁵ Клименко В.В., Микушина О.В., Терешин А.Г. Парижская конференция по климату – поворотный пункт в истории мировой энергетики // Доклады Академии наук. 2016. Т. 468. № 5. С. 521–524.

⁶ UNEP. Using Models for Green Economy Policymaking, 2014.

составляют ядро зеленой экономики, и целями устойчивого развития, на достижение которых они направлены (*табл. 1*).

Как видно из *табл. 1*, энергоэффективные технологии и возобновляемая энергетика связаны как минимум с пятью из семнадцати целей устойчивого развития, определенными ООН в документе «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»⁷. Так как политика устойчивого развития непосредственно связана с рациональным использованием бюджетных средств, необходимостью политических реформ и растущими инвестициями в экономику, что стимулирует рост доходов и занятость населения⁸, то благодаря выделенным причинно-следственным связям между определенными социально-экономическими и технологическими процессами, можно построить конкретные показатели качества государственных институтов стимулирования ВИЭ и энергоэффективности с учетом их воздействия на процессы достижения целей устойчивого развития.

Очевидно, что чем более широким является подход к оценке эффективности государственных мер поддержки развития ВИЭ и энергоэффективных технологий, чем большее количество прямых и косвенных эффектов оцениваемых мер поддержки он включает, тем более сложные модели требуются для получения количественных оценок. Если первый подход практически не требует специальных методов расчета степени достижения поставленных целей, а требует только развития хорошей системы статистического учета, то уже второй подход предполагает разработку специальных методов расчета социальных и экологических эффектов. Более сложные подходы с точки зрения развития зеленой экономики и с точки зрения устойчивого развития требуют разработки мощных моделей оценки и прогнозирования последствий практического

применения политики в области ВИЭ и энергоэффективности.

Прогностические модели социально-экономических последствий и оценки эффективности государственных мер стимулирования возобновляемой энергетики и энергоэффективности

Для оценки государственного стимулирования развития зеленой экономики могут применяться следующие модели: индикативные, модели вход-выход (Input-Output), матрицы социальных счетов (Social accounting matrix), пространственно-географические модели, модель общего равновесия (CGE), модели системной динамики (SD), а также эконометрические, оптимизационные и др.⁹. Кроме того, в современных исследованиях часто применяются комбинированные модели.

Как известно, традиционная модель входа-выхода – это таблица, в которой отслеживается взаимосвязь между общими потребляемыми продукционной системой ресурсами (например, труд, сырье, энергия, информация и т.д.) и соответствующим общим объемом производимых ею (продукционной системой) товаров и услуг. Возможное проведение дезагрегации (разделения) входов и выходов сельского хозяйства и промышленности на сектора, отвечающие за «зеленую» и «обычную» промышленность и сельское хозяйство, представлено в *табл. 2, 3*. Конечный спрос в таблицах отражает объемы производства для конечного потребления.

Матрица социальных счетов (МСС) фактически является расширением межотраслевого баланса путем добавления в нее финансовых результатов других экономических агентов – потребителей и правительств [15, 16]. Эта матрица (*рис. 2*), интегрированная в модель входов-выходов, представляет информацию о покупателях (по столбцам) и производителях (по строкам). Строки и столбцы также могут быть дезагрегированы на факторы производства (земля, труд, капитал), домохозяйства, предприятия и государство (последние

⁷ Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015.

⁸ PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

⁹ UNEP. Using Models for Green Economy Policymaking, 2014.

опущены, чтобы не усложнять таблицу). Главной целью создания матрицы социальных счетов является мониторинг того, кто платит и куда направляются средства. Практически все данные для МСС могут быть получены непосредственно или из соответствующей матрицы входов-выходов. На *рис. 2* светло-серой заливкой заполнены ячейки, данные в которых могут быть непосредственно получены из *табл. 3*. Сумма по столбцу и сумма по строке, выделенные белым, могут быть рассчитаны суммированием по столбцу или строке для каждого соответствующего агента. Значения в ячейках, выделенных темно-серой заливкой, могут быть рассчитаны из сумм по строке и столбцу. Например, факторный доход равен затратам на факторы, отсюда может быть вычислен факторный доход домохозяйств.

Комбинированная модель «матрица входов-выходов и социальных счетов» (Input-Output-Social Accounting Matrix, IO-SAM) часто используется для ответов на вопросы о том, как возобновляемая энергетика способствует общему росту экономики, влияет на занятость, взаимодействует с другими отраслями экономики [17–20].

Другая популярная модель – модель вычислимого общего равновесия (Computable General Equilibrium, CGE), которая обычно используется для поиска ответа на вопросы том, как различные виды управленческого воздействия, прилагаемые к одному сектору, воздействуют на другой сектор экономики. Например, как реформа субсидирования или налогообложения традиционной энергетики может повлиять на производительность в секторе возобновляемых источников энергии и каковы вероятные последствия такой реформы для производства, рынка труда, торговли, государственных доходов и системы распределения доходов [21, 22]. Еще одним популярным подходом является системная динамика (System Dynamics, SD), которая хорошо подходит для отслеживания влияния государственных мер стимулирования или государственной политики на общесистемные, экономические, социальные аспекты, а также воздействия на окружающую среду [23, 24].

Однако каждая из этих моделей способна получить прогноз только в рамках одной ограниченной проблемы, тогда как эксперты в области развития государственного стимулирования зеленой экономики [25] выделяют четыре основные сферы ее регулирования:

- регулирование энергоэффективности, в том числе технических стандартов строительства зданий и производства транспорта;
- регулирование долгосрочного развития энергетических систем и промышленности;
- регулирование развития прорывных технологий;
- регулирование развития сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

Полномасштабный переход к зеленой экономике требует сочетания политических мер со «сквозными» воздействиями, производящими максимальные положительные синергетические эффекты.

В литературе по проблемам моделирования и прогнозирования эффектов развития зеленой энергетики в настоящее время активно обсуждаются возможности использования интегрированной модели T21, разработанной в Millennium Institute¹⁰ (США) международной группой ученых, специализирующихся на вопросах устойчивого развития. Модель состоит из нескольких блоков: матрицы входов-выходов и социальных счетов (IO-SAM), модели общего вычислимого равновесия (CGE) и модели системной динамики (SD), каждый из которых используется для решения определенного класса задач (*табл. 4*).

Зеленая модель CGE, используемая как один из блоков T21, отличается от классической тем, что в нее вводятся данные, полученные для зеленой (деагрегированной) матрицы социальных счетов. Далее происходит деагрегирование данных из новой таблицы входов-выходов и последовательно строится

¹⁰ Millennium Institute. URL: <https://www.millennium-institute.org>

сектор зеленого производства. Например, сектор водоснабжения можно рассматривать с разных позиций, так как вода не только является потребительским благом, но представляет собой важный производственный фактор для сельского хозяйства и многих отраслей промышленности. Чтобы это учесть, рассмотренная ранее зеленая модель IO-SAM представляет воду как первичный вход в зеленой модели CGE. Подобна дезагрегация проводится для секторов обрабатывающих производств, переработки нефти, химической промышленности – всех отраслей, в которых предполагается развитие экологически чистых технологий (возобновляемой энергетики, энергосберегающих технологий и пр.).

Модель CGE представлена на *рис. 3*. С правой стороны показаны разные потребительские блага – продукты питания, бытовые товары и услуги, энергия, личный и общественный транспорт, моторное топливо, коммунальные блага, вода. Они производятся посредством комбинирования выходов производств через зеленую матрицу входов-выходов (как описано ранее). С левой стороны представлены потребители, которые предоставляют факторы производства (труд и капитал) фирмам и одновременно формируют спрос на товары и услуги, производимые этими фирмами. Сами фирмы представлены в центре. Они формируют спрос на факторы производства и поставляют на рынок товары и услуги. Потребители разделены на 4 группы в соответствии с уровнем дохода (1–20% беднейших, 4–20% богатейших).

Производство допускает различные степени замещения факторов производства одним другим: труда (формального и неформального) капиталом, энергетическими и неэнергетическими затратами, и наоборот. Технический прогресс является внешним фактором по отношению к модели (то есть не определяется взаимодействием факторов внутри модели). Правительство собирает доходы, полученные от всех налогов, и тратит свои доходы на товары и услуги, созданные различными частными производителями, на рынке.

Зеленая модель системной динамики (SD) позволяет моделировать взаимосвязи между различными компонентами социально-экономической системы. Каждая компонента (население, промышленность, окружающая среда и др.) может быть связана с другими компонентами посредством потоков, запасов, циклов и временных лагов.

На *рис. 4* изображена структура модели системной динамики, включающая политику по сокращению выбросов парниковых газов (налоги на выбросы). Пунктирные стрелки представляют собой информационные связи. Политика влияет на спрос на энергию и расходы правительства на образование и здравоохранение.

В рамках анализа зеленой экономики модель SD может связать следующие три направления устойчивого развития: экономику (производство и спрос на энергию), социальные аспекты (демография, образование, дорожная инфраструктура, здравоохранение, уровень жизни, бедность), окружающую среду (землепользование, спрос и наличие водных ресурсов, электрогенерация, выбросы).

В интегрированной модели SD-компонента сфокусирована на анализе зеленой экономической политики и позволяет моделировать желаемую структуру входов и выходов, матрицы социальных счетов, которые потом могут быть учтены в моделях CGE и IO-SAM (*рис. 5*). Стрелками на *рис. 5* обозначены связи между тремя основными компонентами интегрированной модели зеленой экономики. Сплошные стрелки обозначают прямые связи, пунктирные – косвенные связи между моделями IO-SAM и SD, формируемые через модель CGE.

Интегрированная модель T21 может применяться как в рамках целевого подхода (target-driven), так и в рамках подхода «от возможностей» (policy-driven). Целевой подход сфокусирован на результатах экономической политики. Как показано на *рис. 6*, целью являются сокращения выбросов CO₂. Эта цель служит драйвером для инвестиций, необходимых для достижения

запланированных сокращений (до уровня, равного цене выбросов, которых удается избежать, то есть до достижения экономической эффективности). Примером такого подхода является задача достичь сокращения выбросов CO₂ на $x\%$ к 2030 г. по сравнению с базовым уровнем 2015 г. Такого рода цель мы можем ввести как ограничение при калибровке зеленой модели CGE и зеленой модели SD. Целевой подход можно применять на разных уровнях инвестиционной активности, подбирая наиболее приемлемый результат.

Подход «от возможностей» фокусируется на анализе возможных последствий определенной экономической политики. В данном случае ограничения, как правило, задаются в виде финансовых ограничений: объемом инвестиций в зеленую экономику, объемом субсидий или объемом налогов. Логика применения данного подхода отражена на рис. 7.

Выводы

Несмотря на обилие в мировой литературе моделей прогнозирования последствий и оценки эффективности мер государственного стимулирования развития возобновляемой энергетики и энергоэффективных технологий, их прямое (без адаптации) применение в условиях российской экономики, на наш взгляд, представляется как минимум нецелесообразным. Например, алгоритм модели T21 в части прогнозирования эффектов введения различных стимулирующих мер развития зеленых технологий является непрозрачным, что вполне может привести как к намеренным искажениям результатов прогнозирования и моделирования (в целях продвижения решений, выгодных определенным группам стейкхолдеров), так и ненамеренным ошибкам, вызванным ориентацией на закономерности социально-экономического развития, характерные только для стран с развитой рыночной экономикой и стабильным качеством институциональной среды.

Учитывая, что в качестве своей «скромной» миссии Millennium Institute обозначает поддержку национальных правительств в достижении ими целей устойчивого развития посредством предоставления им (правительствам) модели T21 для оценки и прогнозирования социально-экономических последствий развития зеленой экономики, в том числе энергоэффективных технологий и ВИЭ, к ее практическому использованию следует подходить с осторожностью.

Кроме того, подавляющее большинство используемых в литературе моделей учитывает инновационные энергоэффективные технологии и технологии ВИЭ как внешний фактор, не подверженный собственной динамике. Изменения технической и, как следствие, экономической эффективности новых технологий учитываются только в моделях кривых обучений [26], которые в свою очередь никак не интегрированы в модели оценки и стимулирования эффективности институтов развития.

Еще одним фактором, ограничивающим применение на практике моделей, разработанных европейскими и американскими специалистами, является ориентация на однородную технико-технологическую среду, свойственную странам – лидерам технологического развития, тогда как технико-технологическая среда в России (и многих других странах, например в странах БРИКС) является крайне неоднородной и фрагментарной, имеются существенные различия в доминирующих технологических режимах и технологических нишах, пригодных для развития новых технологий [27]. В одной и той же экономической системе могут соседствовать производства нового технологического уклада и архаичные производства. Поэтому эффективность мер государственного стимулирования возобновляемой энергетики и энергоэффективных технологий может существенно снижаться, что необходимо учитывать при моделировании и прогнозировании.

Таблица 1**Взаимосвязь основных элементов зеленой экономики и целей устойчивого развития****Table 1****The relationship between the basic elements of green economy and sustainable development goals**

Область (технология) зеленой экономики	Цели устойчивого развития
Энергоэффективность	Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте (цель 3). Обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех (цель 7). Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций (цель 9). Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями (цель 13)
Зеленая (возобновляемая) энергетика	Обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех (цель 7). Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций (цель 9). Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов (цель 11). Принятие срочных мер по борьбе с изменениями климата и его последствиями (цель 13)
Ресурсная эффективность и управление отходами	Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте (цель 3). Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций (цель 9). Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов (цель 11). Обеспечение рациональных моделей потребления и производства (цель 12). Защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия (цель 15)
Технологии очистки и водопотребления	Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте (цель 3). Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех (цель 6). Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов (цель 11). Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития (цель 14)

Источник: [14]

Source: [14]

Таблица 2**Обычная матрица входов-выходов****Table 2****An input-output matrix**

Производящие секторы	Входы обычного сельского хозяйства	Входы промышленности	Конечный спрос	Общий выход (прибыль)
Сельское хозяйство	160	90	50	200
Промышленность	90	210	100	300
Добавленная стоимость	50	100	0	150
Общий вход (затраты)	200	300	150	850

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf*Source:* PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf**Таблица 3****Дезагрегированная матрица входов-выходов****Table 3****A disaggregated input-output matrix**

Производящие секторы	Входы обычного сельского хозяйства	Потребляющие секторы		Входы зеленой промышленности	Конечный спрос	Общий выход (прибыль)
		Входы зеленого сельского хозяйства	Входы промышленности			
Сельское хозяйство	90	10	50	10	40	200
Зеленое сельское хозяйство	20	40	10	20	10	100
Промышленность	50	10	130	30	80	300
Зеленая промышленность	10	20	30	20	20	100
Добавленная стоимость	30	20	80	20	0	150
Общий вход (затраты)	200	100	300	100	150	850

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf*Source:* PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Таблица 4

Информационные возможности каждой из моделей, входящих в агрегированную модель зеленой экономики T21

Table 4

Informational capabilities of each model included in the T21 aggregated model of green economy

Вопросы экономической политики	CGE	SD	IO-SAM
Каков эффект от внедрения политики и инвестиций?	Да	Да	Нет
Какие выгоды могут принести инвестиции и меры поддержки различным секторам экономики в терминах экономических возможностей, вовлечения в деловую активность и экологической устойчивости?	Да	Да	Да
Являются эффекты краткосрочными или долгосрочными?	Да	Да	Да
Как субсидии повлияют на производительность зеленых секторов экономики?	Да	Да	Да
Как льготное налогообложение ВИЭ и прекращение субсидирования углеводородной энергетики повлияет на рентабельность инвестиций? Каковы последствия для окружающей среды, экономики и социума?	Да	Да	Да
Как торговая политика и регулирование повлияют на инвестиции в зеленые секторы экономики?	Да	Нет	Да
Какие реформы на рынке труда повлияют на количество и качество занятости в секторах зеленой экономики? Какие подходы для безработных и людей с неполной занятостью?	Да	Нет	Да
Какие меры промышленной политики способствуют переходу к зеленой экономике?	Да	Нет	Да

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

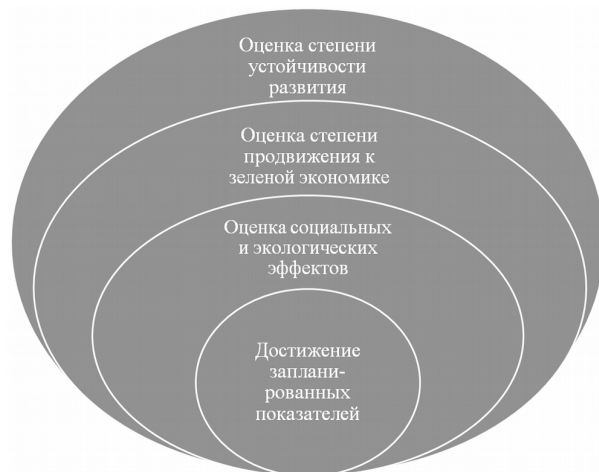
URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Рисунок 1

Подходы к измерению и оценке результативности мер государственного стимулирования возобновляемой энергетики и энергоэффективности

Figure 1

Approaches to measuring and assessing the performance of government measures to boost renewable energy and energy efficiency



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Дезагрегированная матрица социальных счетов****Figure 2****A disaggregated social accounting matrix**

		Промышленность	Сельское хозяйство	Капитал	Труд	Конечный спрос	Всего
Виды деятельности	Зеленая промышленность	Промежуточные входы		-		-	Доход вида деятельности
	Зеленое сельское хозяйство						
Факторы	Капитал	Добавленная стоимость капитала					Факторный доход
	Труд	Добавленная стоимость труда					
Конечный спрос	Домашние хозяйства			Факторный доход домохозяйств		-	Доход домохозяйств
	Всего	Затраты вида деятельности		Затраты на факторы		Затраты домохозяйств	

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf**Рисунок 3****Модель общего вычислимого равновесия****Figure 3****A computable general equilibrium model**

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

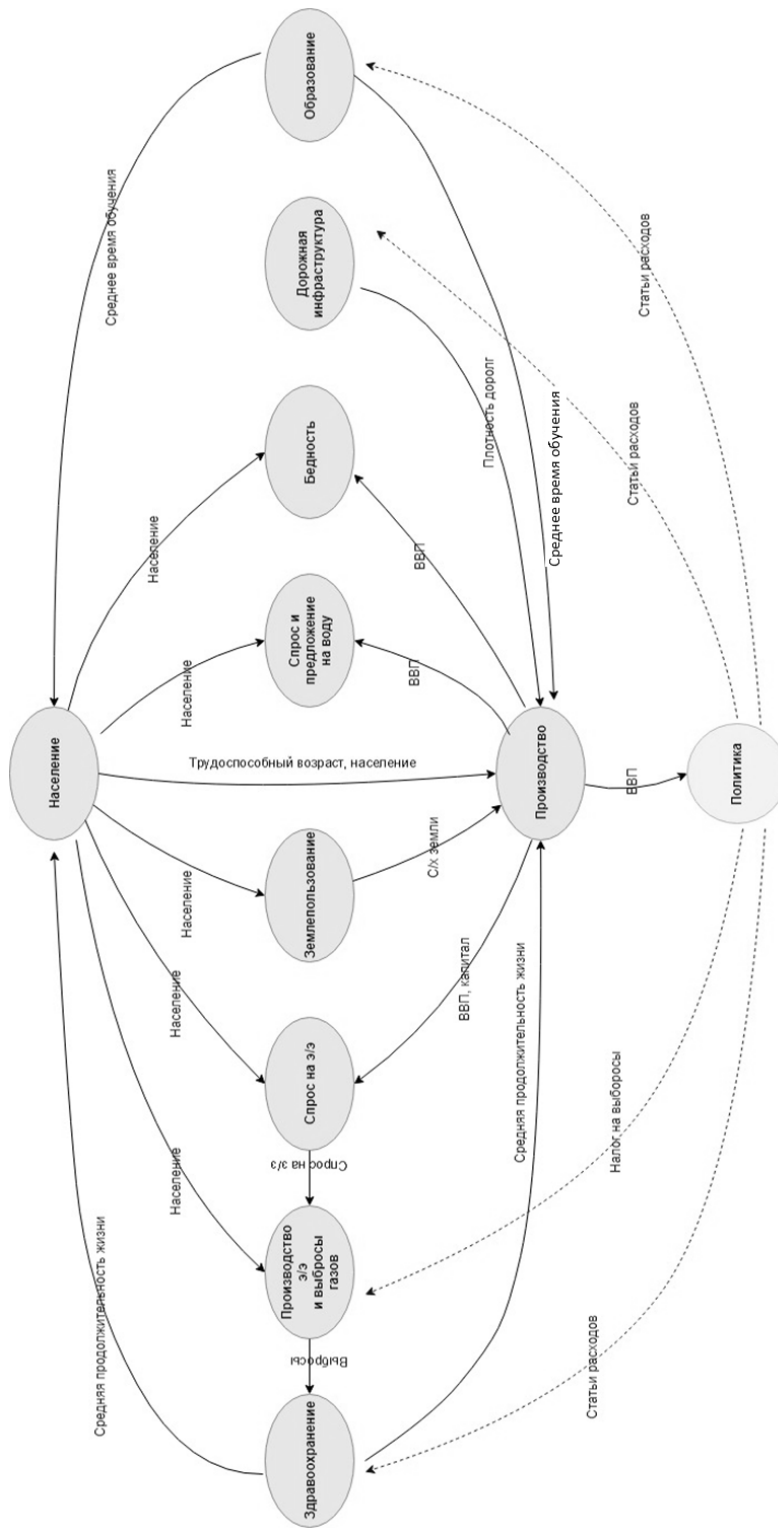
URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Рисунок 4
Модель системной динамики, включающая элемент управления (политика)

Figure 4
A model of system dynamics, including a control element (policy)

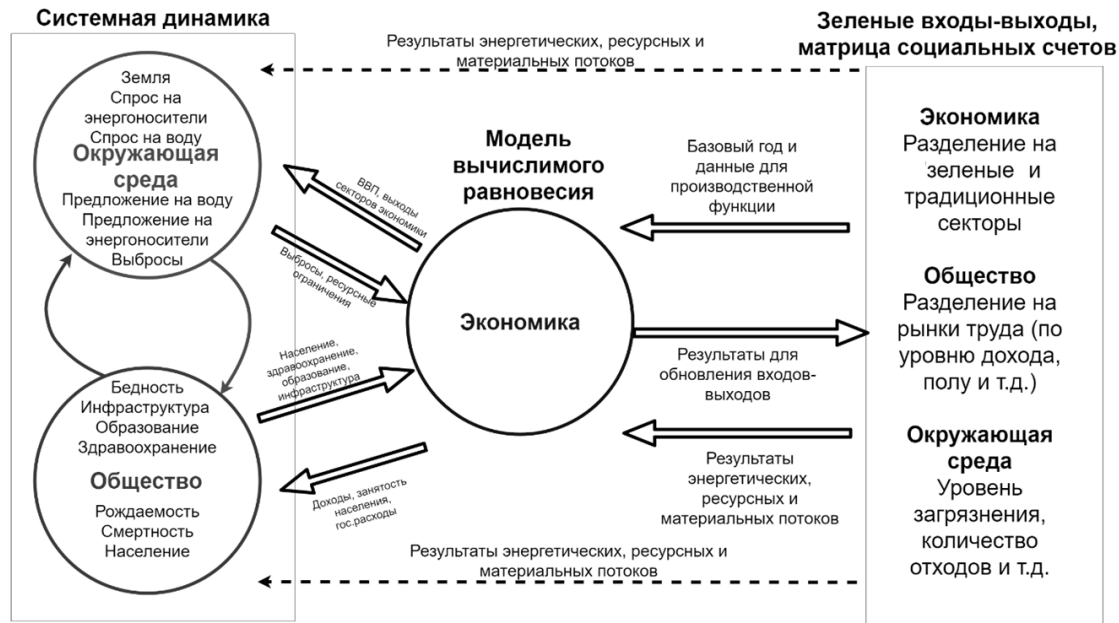


Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Рисунок 5
Структура интегрированной модели зеленой экономики T21

Figure 5
A structure of the T21 integrated model of green economy



Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
 URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
 URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Рисунок 6
Иллюстрация целевого подхода

Figure 6
Illustration of target approach



Примечание. Белым цветом обозначены блоки модели вычислимого равновесия, серым – блоки модели системной динамики.

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
 URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.
 URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Рисунок 7**Иллюстрация подхода «от возможностей»****Figure 7****Illustration of capability-based approach**

Примечание. Белым цветом обозначены блоки модели вычислимого равновесия, серым – блоки модели системной динамики.

Источник: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Source: PAGE. The Integrated Green Economy-Modelling Framework: An Overview, 2017.

URL: https://www.un-page.org/files/public/20170728_report-layout-online.pdf

Список литературы

1. Zhou P., Jin R.Y., Fan L.W. Reliability and Economic Evaluation of Power System with Renewables: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 58, pp. 537–547. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.344>
2. Mboumboue E., Njomo D. Potential Contribution of Renewables to the Improvement of Living Conditions of Poor Rural Households in Developing Countries: Cameroon's Case Study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 61, pp. 266–279. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.003>
3. Ратнер С.В., Клочков В.В. Анализ эффективности локализации в России производства оборудования для «зеленой» энергетики // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 38. С. 2–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-lokalizatsii-v-rossii-proizvodstva-oborudovaniya-dlya-zelenoy-energetiki>
4. Mezősi A., Szabó L., Szabó S. Cost-Efficiency Benchmarking of European Renewable Electricity Support Schemes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 98, pp. 217–226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.001>
5. Espinosa M.P., Pizarro-Irizar C. Is Renewable Energy a Cost-Effective Mitigation Resource? An Application to the Spanish Electricity Market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 94, pp. 902–914. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.065>

6. Laleman R., Albrecht J. Comparing Push and Pull Measures for PV and Wind in Europe. *Renewable Energy*, 2014, vol. 61, pp. 33–37. URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.04.025>
7. Huenteler J., Schmidt T.S., Kanie N. Japan's Post-Fukushima Challenge – Implications from the German Experience on Renewable Energy Policy. *Energy Policy*, 2012, vol. 45, pp. 6–11. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.041>
8. Ратнер С.В., Иосифов В.В. Вопросы экономической целесообразности развития энергетического машиностроения для возобновляемой энергетики в России // Вестник УрФУ. Сер.: Экономика и управление. 2015. Т. 14. № 4. С. 536–552. URL: <http://dx.doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.031>
9. Алмастьян Н.А., Ратнер С.В. Современный уровень развития эко-инноваций в энергоемких отраслях экономики (на примере электроэнергетики) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 6. С. 1135–1150. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.6.1135>
10. Parry I., Evans D., Oates W. Are Energy Efficiency Standards Justified? *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, vol. 67, iss. 2, pp. 104–125. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.11.003>
11. Rausch S., Mowers M. Distributional and Efficiency Impacts of Clean and Renewable Energy Standards for Electricity. *Resource and Energy Economics*, 2014, vol. 36, iss. 2, pp. 556–585. URL: <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2013.09.001>
12. Brennan T.J., Palmer K.L. Energy Efficiency Resource Standards: Economic and Policy. *Utilities Policy*, 2013, vol. 25, pp. 58–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2013.02.001>
13. Hardisty P. Environmental and Economic Sustainability. New York, NY, CRC Press, 2010, 337 p.
14. Walz R., Pfaff M., Marscheider-Weidemann F., Glöser-Chahoud S. Innovations for Reaching the Green Sustainable Development Goals – Where will They Come from? *International Economics and Economic Policy*, 2017, vol. 14, iss. 3, pp. 449–480. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10368-017-0386-2>
15. Михеева Н.Н. Матрицы социальных счетов: направления и ограничения использования // ЭКО. 2011. № 6. С. 103–118. URL: <https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/3336>
16. Захарченко Н.Г. Использование матриц социальных счетов в моделировании структуры экономической системы // Пространственная экономика. 2012. № 1. С. 69–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-matrits-sotsialnyh-schetov-v-modelirovanii-struktury-ekonomicheskoy-sistemy>
17. Pyatt G., Round J.I. Social Accounting Matrices for Development Planning. *Review of Income and Wealth*, 1977, vol. 23, iss. 4, pp. 339–364. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1977.tb00022.x>
18. Hasegawa R., Kagawa S., Tsukui M. Carbon Footprint Analysis Through Constructing a Multi-Region Input-Output Table: A Case Study of Japan. *Journal of Economic Structures*, 2015 vol. 4, iss. 1, pp. 5–12. URL: <http://hdl.handle.net/10.1186/s40008-015-0015-6>
19. Lenzen M., Pade L.L., Munksgaard J. CO₂ Multipliers in Multi-region Input-Output Models. *Economic Systems Research*, 2004, vol. 16, iss. 4, pp. 391–412. URL: <https://doi.org/10.1080/0953531042000304272>

20. Wiedmann T. A Review of Recent Multi-Region Input–Output Models Used for Consumption-Based Emission and Resource Accounting. *Ecological Economics*, 2009, vol. 69, iss. 2, pp. 211–222. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.026>
21. Li G., Masui T. Assessing the Impacts of China's Environmental Tax Using a Dynamic Computable General Equilibrium Model. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 208, pp. 316–324. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.016>
22. Zhang L., Li Y., Jia Z. Impact of Carbon Allowance Allocation on Power Industry in China's Carbon Trading Market: Computable General Equilibrium Based Analysis. *Applied Energy*, 2018, vol. 229, pp. 814–827. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.055>
23. Bautista S., Espinoza A., Narvaez P. et al. A System Dynamics Approach for Sustainability Assessment of Biodiesel Production in Colombia. Baseline Simulation. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 213, pp. 1–20. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.111>
24. Liu P., Liu C., Du J., Mu D. A System Dynamics Model for Emissions Projection of Hinterland Transportation. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 218, pp. 591–600. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.191>
25. Altenburg T., Assmann C. (Eds). *Green Industrial Policy: Concept, Policies, Country Experiences*. Geneva, Bonn, UN Environment, German Development Institute, 2017. URL: https://drodrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrik/files/altenburg_rodrik_green_industrial_policy_webversion.pdf
26. Ibenholt K. Explaining Learning Curves for Wind Power. *Energy Policy*, 2002, vol. 30, iss. 13, pp. 1181–1189. URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00014-9)
27. Shum K.L. Renewable Energy Deployment Policy: A Transition Management Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, vol. 73, pp. 1380–1388. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.005>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

MEASURING THE EFFICIENCY OF GOVERNMENT SUPPORT MEASURES FOR RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENT ECONOMY: A REVIEW OF APPROACHES

Svetlana V. RATNER ^{a,*}, Konstantin G. GOMONOV ^b

^a V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences (ICS RAS), Moscow, Russian Federation
lanarat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>

^b Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation
k.gomonov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6288-8664>

* Corresponding author

Article history:

Received 15 May 2019
Received in revised form
14 June 2019
Accepted 12 July 2019
Available online
30 August 2019

JEL classification: O44, Q01

Keywords: economic policy,
performance assessment,
system dynamics, computable
general equilibrium model,
social account
matrix

Abstract

Subject The article addresses the issues of quantitative assessment of performance of State institutions for fostering the development of renewable energy and energy efficiency.

Objectives We review methods and models for measuring the performance of government mechanisms and direct measures aimed at boosting the renewable energy and energy efficiency.

Methods The study employs methods of bibliographic and comparative analysis.

Results The algorithms of most models in terms of predicting the effect of various stimulating measures for green technologies development lack transparency. This may lead to both deliberate distortion of the results of forecasting and modeling (to promote solutions that are beneficial for certain stakeholder groups) and unintentional errors caused by the focus on socio-economic development patterns, which are specific only to advanced market economies and stable institutional environment.

Conclusions While there are many models for predicting the impact and assessing the efficiency of government incentives for the development of renewable energy and energy efficient technologies, their direct application (without adaptation) in the Russian economy seems inappropriate.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Ratner S.V., Gomonov K.G. Measuring the Efficiency of Government Support Measures for Renewable Energy and Energy Efficient Economy: A Review of Approaches. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 8, pp. 1428–1447.
<https://doi.org/10.24891/ea.18.8.1428>

Acknowledgments

The study was supported by the administration of the Economic Faculty of the Peoples' Friendship University of Russia.

References

1. Zhou P., Jin R.Y., Fan L.W. Reliability and Economic Evaluation of Power System with Renewables: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 58, pp. 537–547.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.344>
2. Mboumboue E., Njomo D. Potential Contribution of Renewables to the Improvement of Living Conditions of Poor Rural Households in Developing Countries: Cameroon's Case Study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 61, pp. 266–279.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.003>

3. Ratner S.V., Klochkov V.V. [Reviewing the effectiveness of equipment manufacturing localization for green energy in Russia]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2015, no. 38, pp. 2–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-lokalizatsii-v-rossii-proizvodstva-oborudovaniya-dlya-zelenoy-energetiki> (In Russ.)
4. Mezősi A., Szabó L., Szabó S. Cost-Efficiency Benchmarking of European Renewable Electricity Support Schemes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 98, pp. 217–226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.001>
5. Espinosa M.P., Pizarro-Irizar C. Is Renewable Energy a Cost-Effective Mitigation Resource? An Application to the Spanish Electricity Market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 94, pp. 902–914. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.065>
6. Laleman R., Albrecht J. Comparing Push and Pull Measures for PV and Wind in Europe. *Renewable Energy*, 2014, vol. 61, pp. 33–37. URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.04.025>
7. Huenteler J., Schmidt T.S., Kanie N. Japan's Post-Fukushima Challenge – Implications from the German Experience on Renewable Energy Policy. *Energy Policy*, 2012, vol. 45, pp. 6–11. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.041>
8. Ratner S.V., Iosifov V.V. [Business Feasibility of Energy Engineering for Renewable Energy in Russia]. *Vestnik UrFU. Ser.: Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management*, 2015, vol. 14, no. 4, pp. 536–552. (In Russ.) URL: <http://dx.doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.031>
9. Almastyany N.A., Ratner S.V. [The modern development level of eco-innovation in energy-intensive sectors of economy: Evidence from power engineering]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 6, pp. 1135–1150. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.6.1135>
10. Parry I., Evans D., Oates W. Are Energy Efficiency Standards Justified? *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, vol. 67, iss. 2, pp. 104–125. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.11.003>
11. Rausch S., Mowers M. Distributional and Efficiency Impacts of Clean and Renewable Energy Standards for Electricity. *Resource and Energy Economics*, 2014, vol. 36, iss. 2, pp. 556–585. URL: <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2013.09.001>
12. Brennan T.J., Palmer K.L. Energy Efficiency Resource Standards: Economic and Policy. *Utilities Policy*, 2013, vol. 25, pp. 58–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2013.02.001>
13. Hardisty P. Environmental and Economic Sustainability. New York, NY, CRC Press, 2010, 337 p.
14. Walz R., Pfaff M., Marscheider-Weidemann F., Glöser-Chahoud S. Innovations for Reaching the Green Sustainable Development Goals – Where will They Come from? *International Economics and Economic Policy*, 2017, vol. 14, iss. 3, pp. 449–480. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10368-017-0386-2>
15. Mikheeva N.N. [Social account matrix: Areas and limitations of use]. *EKO = ECO*, 2011, no. 6, pp. 103–118. URL: <https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/3336> (In Russ.)
16. Zakharchenko N.G. [Using the matrices of social accounts in modeling the economic system structure]. *Prostranstvennaya ekonomika = Spatial Economics*, 2012, no. 1, pp. 69–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-matrits-sotsialnyh-schetov-v-modelirovanii-struktury-ekonomicheskoy-sistemy> (In Russ.)

17. Pyatt G., Round J.I. Social Accounting Matrices for Development Planning. *Review of Income and Wealth*, 1977, vol. 23, iss. 4, pp. 339–364.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.1977.tb00022.x>
18. Hasegawa R., Kagawa S., Tsukui M. Carbon Footprint Analysis Through Constructing a Multi-Region Input–Output Table: A Case Study of Japan. *Journal of Economic Structures*, 2015, vol. 4, pp. 5–12. URL: <http://hdl.handle.net/10.1186/s40008-015-0015-6>
19. Lenzen M., Pade L.L., Munksgaard J. CO₂ Multipliers in Multi-region Input-Output Models. *Economic Systems Research*, 2004, vol. 16, iss. 4, pp. 391–412.
URL: <https://doi.org/10.1080/0953531042000304272>
20. Wiedmann T. A Review of Recent Multi-Region Input–Output Models Used for Consumption-Based Emission and Resource Accounting. *Ecological Economics*, 2009, vol. 69, iss. 2, pp. 211–222. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.026>
21. Li G., Masui T. Assessing the Impacts of China's Environmental Tax Using a Dynamic Computable General Equilibrium Model. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 208, pp. 316–324. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.016>
22. Zhang L., Li Y., Jia Z. Impact of Carbon Allowance Allocation on Power Industry in China's Carbon Trading Market: Computable General Equilibrium Based Analysis. *Applied Energy*, 2018, vol. 229, pp. 814–827. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.055>
23. Bautista S., Espinoza A., Narvaez P. et al. A System Dynamics Approach for Sustainability Assessment of Biodiesel Production in Colombia. Baseline Simulation. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 213, pp. 1–20. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.111>
24. Liu P., Liu C., Du J., Mu D. A System Dynamics Model for Emissions Projection of Hinterland Transportation. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 218, pp. 591–600.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.191>
25. Altenburg T., Assmann C. (Eds). *Green Industrial Policy: Concept, Policies, Country Experiences*. Geneva, Bonn, UN Environment, German Development Institute, 2017.
URL: https://drodrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrik/files/altenburg_rodrik_green_industrial_policy_webversion.pdf
26. Ibenholt K. Explaining Learning Curves for Wind Power. *Energy Policy*, 2002, vol. 30, iss. 13, pp. 1181–1189. URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00014-9)
27. Shum K.L. Renewable Energy Deployment Policy: A Transition Management Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, vol. 73, pp. 1380–1388.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.005>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.