

ИССЛЕДОВАНИЯ БУДУЩЕГО ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Доклад НИУ ВШЭ



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИССЛЕДОВАНИЯ БУДУЩЕГО ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Доклад НИУ ВШЭ



УДК 338.27+620.91
ББК 65.054+65.305.14
И88



<https://elibrary.ru/ecexvq>

Доклад подготовлен в рамках гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (номер соглашения о предоставлении гранта: 075-15-2022-325)

Рецензент:

канд. полит. наук, заведующий отделом науки и инноваций,
заведующий сектором инновационной политики ИМЭМО РАН
И.В. Данилин

Под редакцией
Л.Н. Проскуряковой

Авторы:

*В.Л. Лихачев, Е.В. Лихачева, И.А. Макаров, М.А. Панова,
Л.Н. Проскурякова, У.Е. Радаева, М.Н. Чистиков*

Исследования будущего для долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса. Доклад НИУ ВШЭ / В. Л. Лихачев, Е. В. Лихачева, И. А. Макаров и др.; под ред. Л. Н. Проскуряковой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2024. — 50 с. — 50 экз. — ISBN 978-5-7598-2988-1 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-4048-0 (e-book).

В докладе анализируются различные подходы и методы исследований будущего, применяемые для изучения топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в целом и отдельных энергетических технологий. Рассматриваются междисциплинарные инструменты анализа, позволяющие расширить временной горизонт и проанализировать взаимное влияние ТЭК, других отраслей экономики и сфер социально-экономического развития: сценарный анализ, экономико-математическое моделирование, экспертные методы и др. Анализируются подходы к формированию долгосрочных прогнозов развития ТЭК, повышению энергетической справедливости и влиянию энергетических технологий на человеческое развитие. В докладе предложены рекомендации по повышению эффективности прогнозных исследований, результаты которых могут быть использованы с целью планирования научно-технологического развития ТЭК.

УДК 338.27+620.91
ББК 65.054+65.305.14

Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
<http://id.hse.ru>

ISBN 978-5-7598-2988-1 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-4048-0 (e-book)

© Авторы, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| Подходы и методы и исследований будущего для анализа направлений долгосрочного развития ТЭК (<i>В.Л. Лихачев, М.А. Панова, Е.В. Лихачева</i>) | 6 |
| Обеспечение энергетической справедливости при планировании и распространении энергетических технологий (<i>Л.Н. Проскурякова, У.Е. Радаева</i>)..... | 24 |
| Основные направления воздействия низкоуглеродных энергетических технологий на человеческий потенциал (<i>И.А. Макаров, М.Н. Чистиков</i>) | 33 |
| Рекомендации по повышению эффективности исследований будущего в энергетике и использованию полученных результатов для принятия решений | 43 |
| Авторы доклада | 48 |

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные климатические изменения оказывают воздействие на человеческий потенциал, экономику и экосистемы всех стран мира, включая Россию. Значительный вклад в изменение климата вносит сжигание ископаемых энергоресурсов, приводящее к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере и вызывающее парниковый эффект. Парижское соглашение направлено на ограничение выбросов парниковых газов, а ежегодно проводимая Конференция сторон является руководящим органом Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН)¹. В заключительном документе, принятом по итогам 28-й Конференции сторон, страны впервые указали на необходимость постепенного отказа от использования ископаемых видов топлива, утроения объемов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и удвоения темпов снижения энергоемкости экономики (повышения энергоэффективности). Эти структурные преобразования потребуют массового развертывания низкоуглеродных и безуглеродных технологий и решения проблемы их доступности для развивающихся стран.

Устойчивое развитие российского топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и экономики в целом будет выстраиваться с учетом национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года² и Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года³. Низкоуглеродное развитие российской экономики окажет положительное воздействие на экологическую ситуацию в стране, а также на

¹ Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата // ООН. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (дата обращения: 14.03.2024).

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 559-р.

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р.

конкурентоспособность российских компаний благодаря повышению ресурсоэффективности и снижению издержек. Климатические цели крайне актуальны для организаций — экспортеров ТЭК и других энергоемких отраслей экономики, поскольку меры климатической политики⁴ и ESG-требования⁵ уже приняты и будут планомерно ужесточаться во многих странах мира. Однако достижение указанных целей осложняется внешними финансовыми и экономическими ограничениями, с которыми столкнулась Россия в последние годы.

Перечисленные изменения требуют новых подходов к планированию научно-технологического развития ТЭК с использованием доказавших свою эффективность методов исследования будущего. При этом необходимо уделять внимание не только решению задач обеспечения технологического суверенитета и экономического роста, но и расширению доступа населения к недорогим и надежным источникам энергии, а также более широкому спектру социальных вопросов, способствующих развитию человеческого потенциала.

⁴ Кольтинова В., Алиев Р. Климатическая политика стран мира: ЕС, США, Япония, Австралия, Канада // Российский совет по международным делам. 2021. 7 дек. <https://russiancouncil.ru/blogs/v-koltinova/klimaticheskaya-politika-stran-mira-es-ssha-yaponiya-avstraliya-kanada/> (дата обращения: 14.03.2024).

⁵ Ho S. Nearly all large global companies disclose ESG information // Thompson Reuters. 2023. March 1. <https://tax.thomsonreuters.com/news/nearly-all-large-global-companies-disclose-esg-information> (дата обращения: 14.03.2024).

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БУДУЩЕГО ДЛЯ АНАЛИЗА НАПРАВЛЕНИЙ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТЭК

В.Л. Лихачев, М.А. Панова, Е.В. Лихачева

В последние годы мировая энергетика вступила в период резких трансформаций. Это связано с обострением политической ситуации, экономической нестабильностью, поиском рациональных путей достижения целей низкоуглеродного развития в условиях энергетического перехода, усилением санкций против российского ТЭК. Тем не менее Россия была и остается ведущим игроком на мировых энергетических рынках, одним из основных экспортеров углеводородного топлива. При этом ТЭК России является базовой отраслью, обеспечивающей экономический рост, определяет многолетние тенденции развития других отраслей экономики и оказывает влияние на формирование структуры территориального размещения производительных сил на всей территории страны.

Зарубежный и российский опыт исследований в сфере энергетике показывает, что анализ современного состояния ТЭК и перспективные оценки его развития являются важнейшими элементами большинства прогнозов социально-экономического развития мира и отдельных стран, а также программ международного и национального развития⁶.

Резкий рост неопределенности перспектив развития мировой и российской экономики и энергетике в новых условиях, необходимость адаптации к новым факторам развития и рискам политического, экономического, технологического, климатического и социального характера привели к осознанию необходимости дальнейшей проработки подходов к формированию экономических

⁶ Системные исследования проблем энергетике / под ред. Н.И. Воропая. Новосибирск, 2000. <https://publications.hse.ru/en/books/202815481?ysclid=lte9qxqjsr235762683> (дата обращения: 04.03.2024).

прогнозов развития экономики и ее отдельных секторов, в том числе ТЭК. Усилия научного сообщества (как в России, так и за рубежом), направленные на адекватное реагирование на возникшие проблемы, привели к попыткам адаптировать традиционные подходы, методы и модели оценки будущего к новым реалиям, в результате чего дискуссии относительно перспектив развития мировой и российской энергетики только усилились.

В этих условиях, когда руководство страны потребовало от профильных ведомств пересмотра долгосрочных программ развития отраслей ТЭК, ведомства столкнулись при выполнении этой задачи со значительными (зачастую объективными) трудностями, что привело к перенесению сроков подготовки ряда стратегических документов, в частности, новой редакции Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года⁷.

Желание государства и корпораций иметь понятный для них «четкий» образ будущего наталкивается на проблему невозможности его однозначного описания. Исследования будущего, ядром которых является искусство прогнозирования, лишь отчасти соответствуют задачам государственного и корпоративного планирования, в большей степени они направлены на изучение различных потенциальных, правдоподобных или желательных будущих состояний и путей развития, чтобы обеспечить подходящую ориентацию и знания о действиях для лиц, принимающих решения.

Таким образом, в условиях роста неопределенности, сложностей с научным и информационным обеспечением, размыванием приоритетов перспективного развития (дискуссия между сторонниками обеспечения устойчивого энергоснабжения за счет продолжения использования традиционных видов энергии, с одной стороны, и приверженцами линии на достижение нулевых выбросов путем развития ВИЭ — с другой) становится актуальной задача выбора релевантных методов и моделей прогнозирования в энергетике.

⁷ Энергетические тренды. 2022. Вып. 108. Пересмотр стратегии / Аналитический центр при Правительстве РФ. https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/2022/Energo_%E2%84%96_108.pdf (дата обращения: 03.03.2024).

В ходе исследований будущего (в широком смысле) применительно к проблемам, связанным с энергетикой (а их круг включает практически все сферы экономической деятельности), и при разработке прогнозов развития энергетики в частности, перед исследователями возникают следующие вопросы:

- Каковы цели прогнозирования в энергетике?
- Какова доступная информационная база?
- Какой набор методов прогнозирования целесообразно использовать?
- Как представить рекомендации по мерам политики, подготовленные в результате проведенных прогнозных исследований? Разберем подробно каждый из них.

Цели формирования прогнозов развития энергетики

Цели прогнозов развития энергетики различаются в зависимости от требований заказчика и параметров исследования (временных и финансовых ограничений и др.). К примеру, *национальные органы власти (или ведомства)* готовят стратегические прогнозы развития энергетики как часть государственных программ социально-экономического развития. В прогнозах подробно рассматриваются меры энергетической политики: низкоуглеродное развитие, энергетическая безопасность, повышение энергоэффективности, особенности регионального и технологического развития и проч. Прогнозы *регулирующих органов* разрабатываются с целью оценки инструментов регулирования в различных сегментах энергетических рынков. Прогнозы и стратегии развития *энергетических компаний* необходимы для оценки стратегий деятельности компаний, их инвестиционных программ, перспективных финансовых показателей, взаимоотношений с государством, оценки соответствия основным трендам развития — ESG, устойчивое развитие и проч. Прогнозы *финансовых институтов / банков* позволяют оценить эффективность и риски средне- и долгосрочных инвестиций. Прогнозы *отраслевых ассоциаций* направлены

на продвижение интересов организаций-членов. Прогнозы *консалтинговых и научных (экспертных) центров*, как правило, проводятся по заказу международных организаций, органов власти и энергетических компаний с последующим согласованием результатов.

Отдельно необходимо упомянуть исследования будущего и прогнозы развития энергетики научно-исследовательского характера, в которых отражается видение перспектив развития энергетики на основе знаний и представлений определенной группы специалистов в сфере энергетики и в других смежных отраслях, достаточно свободно излагающих свою точку зрения на основе результатов собственных исследований (расчетов, анализа и т.п.). Характер и направления подобных исследований варьируются в широком диапазоне от сверхдолгосрочных прогнозов с временным горизонтом до 100 лет до специфических исследований определенной направленности (например, оценка последствий полного отказа от использования углеводородного топлива).

В последнее время большинство исследований и прогнозов развития энергетики, носящих технико-экономический характер, сопряжено с климатической повесткой, а именно — с оценкой возможностей снижения выбросов парниковых газов.

Наиболее распространенной методологической базой для исследований будущего энергетики и прогнозирования ТЭК, включая феномены энергоперехода и изменения климата, остаются теория и практика системных исследований и их раздела — системных исследований в энергетике. Для системных исследований энергетика будущего представляет собой объект изучения, характеризующийся появлением новых и развитием его существующих свойств, закономерностей, отличающийся принципами и архитектурой построения, технологиями производства, транспорта, аккумулирования, распределения и потребления энергии, технологиями функционирования и управления и другими особенностями с присущими ему техническими, экономическими, экологическими, социальными аспектами. Для исследования новых свойств и их обеспечения необходимо дальнейшее развитие

методологии системного подхода, методов системного анализа, совершенствование модельного, вычислительного инструментария⁸.

Системный подход к исследованиям будущего энергетики и формирование прогнозов в ней имеют важные ограничения. Границы анализа определяются целями исследования (об этом было сказано выше), наличием располагаемой информации (что влияет на уровень детализации исследования, выбор метода и инструментария для исследования), а также человеческим фактором — квалификацией и опытом команды, проводящей исследования.

Информационное обеспечение энергетических прогнозов

Для принятия обоснованных решений или проведения исследований в области анализа и прогнозирования развития ТЭК необходима надежная (достоверная) информация о состоянии и возможных направлениях развития ТЭК, поведении потребителей энергоресурсов, функционировании энергетических рынков. Помимо этого, необходимо иметь информацию о взаимодействии энергетики со смежными отраслями и секторами экономики и с экономикой в целом, о перспективах энергетических технологий и взаимном влиянии энергетики на окружающую среду и климат в средней и долгосрочной перспективе.

Работа со статистической информацией по энергетике мира и России заключается, прежде всего, в анализе существующего состояния отраслей энергетического комплекса страны и мира. Степень детализации статистической информации зависит от задач исследования.

Анализ отчетных данных, полученных из различных источников, при использовании различных методических подходов и

⁸ Системные исследования в энергетике: энергетический переход / отв. ред. Н.И. Воропай, А.А. Макаров; ИСЭМ СО РАН. [Иркутск], 2021. https://isem.irk.ru/upload/iblock/21b/ilv4k7212p32wt394z3axh37759w8p9r/sbornik-9e-MCH_na-sayt.pdf (дата обращения: 01.03.2024).

представленных в различные периоды позволяет выявить ошибки, разночтения и противоречия в данных. Их устранение является особой задачей, которая решается комбинацией экспертного подхода и сравнительного анализа. В результате скорректированная исследователем информация приобретает авторский характер, со всеми вытекающими последствиями.

Анализ временных рядов однородных показателей (как агрегированных, так и детализированных) позволяет выявить устойчивые тенденции их изменения для их возможного использования при формировании прогнозных оценок. Выбор самих отчетных показателей и степень их агрегации зависит от компетенций и предпочтений исследователя. Наиболее распространен подход с приоритетным использованием относительных показателей (удельных расходов топлива, выбросов CO_2 на единицу производимой или потребляемой энергии, средних удельных затрат на производство энергии и т.п.). Анализ временных рядов позволяет выявить закономерности их изменения в конкретные периоды, включая точки слома трендов в связи с определенными обстоятельствами. В свою очередь, анализ причин слома тенденций является частью специальных исследований по выявлению случайных и объективных факторов, ставших причинами того или иного изменения тренда.

Важной частью работы с отчетной информацией по нескольким объектам исследования (например, нескольким странам) является сопоставительный анализ паттернов развития энергетики России, зарубежных стран и мира в целом для оценки влияния этих трендов на национальный (российский) ТЭК. Динамичный характер развития энергетических рынков подразумевает постоянный мониторинг ситуации, анализ последствий происходящих событий. Это предполагает регулярное пополнение статистических рядов, обновление описания текущей ситуации, что дает возможность изменить представления о будущем и внести корректировки в прогнозные оценки, сформированные ранее. Таким образом создается базовая точка — период для последующих прогнозных исследований.

Работа с прогнозной информацией по энергетике России и мира включает анализ существующих прогнозов развития эне-

гетики мира и страны и приведение представленных в прогнозах данных о развитии энергетических отраслей, рынков и технологий в сопоставимый вид. Следующим шагом является анализ представленных в прогнозах сценариев развития энергетики, включая использованные данные, методы, факторы и целевые установки, а также проведение сопоставительного анализа сценариев по различным годам публикации для выявления степени влияния новых факторов на прогнозы. Наконец, производится идентификация основных наблюдаемых трендов и факторов развития ТЭК и определение возможных изменений имеющихся трендов в ближайшей и отдаленной перспективе. Важной составной частью прогнозной информации являются ожидаемые тренды изменения технико-экономических и экологических характеристик энергетических технологий на рассматриваемую перспективу.

Какие же типы информации необходимы для проведения исследований будущего энергетики и формирования энергетических прогнозов? Это нетривиальный вопрос, ответ на который зависит от задач исследования, компетенций исследователей, доступности информации и имеющихся материальных и трудовых ресурсов. Очевидно, что информация о текущем состоянии и прогнозах развития энергетических отраслей и рынков имеет решающее значение для принятия любых решений в энергетике и экономике в целом. При проведении исследований будущего энергетики, как правило, в качестве базовой исходной информации используют данные о характеристиках перспективного развития экономики и социальной сферы (темпы роста ВВП, абсолютные значения ВВП, в том числе по секторам экономики, объемы капиталовложений, численность населения, доходы на душу населения, объемы жилья, количество личных автомобилей и т.п.). Эти данные служат основой, прежде всего, для оценки изменений перспективных потребностей в энергетических ресурсах, но также для прогнозирования инвестиционных возможностей экономики для развития производственных мощностей энергетики и энергетической инфраструктуры. Не менее важной является информация о регуляторных режимах, включая меры, направленные на реализацию

задач экологической и климатической политики (штрафы за выбросы, ставка налога на углерод и т.п.).

Как отмечалось выше, рассматривая проблемы будущего энергетики, невозможно обойти вопросы об изменениях технико-экономических показателей при производстве, переработке, транспортировке и хранении различных видов энергии. Анализ динамики изменения этих показателей позволяет оценить степень конкурентоспособности тех или иных энергетических технологий на прогнозируемый период. Исследования данного рода предполагают использование знаний о появлении и степени развития новых технологий при производстве и потреблении энергии, а также об их доступности для использования (например, в период действия санкций).

Считается, что для повышения точности прогноза необходима информация по отдельным объектам энергетики, типам оборудования, технологиям, территориальным образованиям и т.п. Однако ряд специалистов придерживается мнения, что для решения определенных задач исследований будущего развития энергетики и долгосрочных энергетических прогнозов стремление использовать детализированную информацию не является гарантом обоснованности прогноза — необходим разумный выбор степени детализации данных об объектах исследования.

Прогнозы развития энергетики начинаются с обзора литературы, анализа статистических данных и отраслевой периодики, за которыми следует определение фокуса исследований и разработка гипотез о возможных будущих изменениях спроса на энергию (по видам энергии и категориям потребителей) и возможностях удовлетворения этого спроса с помощью различных видов энергии и топлива. При этом рассматриваются разные варианты удовлетворения прогнозируемого спроса (на основании оценок возможностей производства энергоресурсов и выработки энергоносителей, включая ископаемые и возобновляемые энергоресурсы), а также различные возможности транспортировки и хранения энергии. Важную роль при этом играет возможность взаимозамены одного энергоресурса другим с учетом сроков и эффективности (как по

технико-экономическим, так и по энергетическим показателям) перехода с одного энергоносителя на другой.

Существенную роль играет информация по реализованным и перспективным возможностям внешней торговли энергоресурсами (экспорт и импорт отдельных видов топлива и энергии) и направлениям экспорта и импорта с учетом ограничений транспортных возможностей, ценовой конъюнктуры на мировых рынках и ограничений политического характера.

На основании вышеназванной информации формируется система прогнозных энергетических балансов, как сводных, так и по отдельным видам энергии. Особенностью этой системы является возможность проведения дополнительных исследований посредством анализа ее итоговой структуры: формирование оценок реализации энергетической политики (например, программ энергосбережения и энергоэффективности), снижения выбросов парниковых газов, а также оценок индикаторов энергетической безопасности.

В зависимости от цели исследование перспектив развития энергетики может иметь различные временные горизонты. Долгосрочные и сверхдолгосрочные прогнозы разрабатываются на период от 20 до 70 лет и, как правило, содержат оценки с разбивкой по пятилетиям. Такие исследования проводятся, например, для анализа инвестиционных циклов, сроков окупаемости, сроков эксплуатации, учета климатических факторов и т.п. Среднесрочные прогнозы рассматривают период от 5 до 10 лет, с временным шагом в 1 год. Их цель — детально отследить быстро меняющуюся конъюнктуру на энергетических рынках, влияние принимаемых регуляторных решений и степень реализуемости энергетических проектов. Достаточно часто средне- и долгосрочный прогнозы одного автора дополняют друг друга, образуя согласованное пространство прогнозов.

Методы прогнозирования развития энергетики

При проведении исследований перспектив развития энергетики и формировании энергетических прогнозов используется широкий спектр подходов и методов. Зачастую в рамках одного исследования

применяются сочетания различных инструментов как в качестве элементов, дополняющих друг друга, так и для верификации результатов прогнозных оценок. Далее рассмотрим методы, наиболее часто используемые в исследованиях перспективного развития энергетики: сценарный анализ, макроэкономическое моделирование, экспертные методы (в том числе опросы), формирование консенсус-прогноза.

Сценарный анализ является одной из важнейших составных частей исследований будущего развития энергетики. Практически все ведущие научно-экспертные центры в России и за рубежом в последние годы используют его в рамках своих исследований на регулярной основе. Важно отметить, что эта регулярная работа со сценариями выполняется для того, чтобы выявлять не учтенные ранее факторы и вовремя принимать дополнительные корректирующие решения, а также для того, чтобы иметь более полное представление о возможной остроте проблем и о пространстве возможных решений. Важно, чтобы хотя бы часть прогнозных расчетов по разным сценариям проводилась на основе согласованных допущений и имелась возможность оценить меру согласия или несогласия авторов разных прогнозов, определяемую как различиями в концепциях и инструментарии анализа, так и условиями проведения расчетов.

Проблема согласования сценариев решается на основе использования достаточно широкого набора подходов, характер которых изложен в различных источниках. В качестве примеров можно привести метод семи матриц⁹ или метод, используемый в исследованиях Дж. Джексона¹⁰. Следует отметить, что сами сценарии перспектив развития энергетики являются результатами проведения исследований и расчетов, выполненных, как правило, с ис-

⁹ Башмаков И.А. Формирование согласованных сценарных условий социально-экономического развития России по низкоуглеродным траекториям до середины XXI века / ЦЭНЭФ. М., 2013. <http://www.cenef.ru/file/Scenarios.pdf> (дата обращения: 04.03.2024).

¹⁰ Jackson J. Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools // Energy Policy. 2010. Vol. 38. No. 8. P. 3865–3873.

пользованием разнообразного набора моделей. В большинстве случаев прогнозы развития энергетики мира и его регионов включают 2–3 сценария (Международное энергетическое агентство, Организация стран — экспортеров нефти), но иногда число сценариев в одном исследовании доходит до 6–7 (Управление энергетической информации США). Промежуточные и итоговые результаты сценарного анализа обсуждаются с участием экспертов, которые активно содействуют формированию и согласованию сценариев, а также их последующей оценке.

Использование различного типа **экономико-математических моделей** является наиболее распространенным подходом при исследованиях перспектив развития энергетики. Их характеристики широко варьируются от достаточно простых эконометрических моделей до сложных модельных комплексов, включающих инструменты разных типов: статические и динамические, общего и частичного равновесия, агентские модели и модели с использованием искусственного интеллекта.

Вместе с тем можно констатировать, что моделирование процессов развития энергетики проводится с использованием двух основных видов моделей, формируемых по принципу «снизу вверх» или «сверху вниз»¹¹. **Подробные технико-экономические модели (модели энергетических систем)** ориентированы на процесс и позволяют определять с достаточно высокой точностью технической детализации степень проникновения на рынок и связанные с этим изменения затрат на новые энергетические технологии. Они появились в 70-е годы прошлого века и известны также как **модели «снизу вверх»**. Их ключевой недостаток — в том, что с их помощью нельзя спрогнозировать структурные и прочие последствия развития (например, динамику трудовых ресурсов) или чистые издержки для экономики и общества.

¹¹ Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change: Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC. 2022. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf (дата обращения: 02.03.2024).

Макроэкономические модели (модели «сверху вниз») позволяют прогнозировать будущий спрос и предложение энергии на уровне отраслей и секторов, учитывать темпы экономического развития, объемы инвестиций или внешней торговли. Как правило, они предполагают продолжение сложившихся трендов и не могут учитывать различия между технологиями или оценивать появление новых (например низкоуглеродных) технологий. Их ключевой недостаток — высокая зависимость от изменений цен на энергоносители и финансовой политики. Эти модели применяются с начала 50-х годов прошлого века и помогают дать оценку социальных и экономических эффектов энергетической политики на макроуровне, включая доходы населения, занятость и др. Кроме того, макроэкономические модели позволяют учитывать взаимосвязи между отраслями или странами и отражают технологические изменения, которые происходят на рынках в ответ на изменения цены.

Экспертные методы применяются в условиях ограниченной информации, при росте неопределенности траекторий развития энергетики и воздействия ТЭК на окружающую среду, для расширения ограниченных возможностей количественных методов формирования прогнозов, а также для оценки влияния значимых факторов на изменения качественного характера. Как основной инструмент прогнозирования используется экспертный опрос на основании анкеты, включающей вопросы качественного и количественного характера по каждому из сценариев формируемого прогноза. Полученные результаты опроса являются ценным материалом для формирования текущей версии прогноза, но нуждаются в дополнительной обработке/верификации.

Формирование **консенсус-прогноза** заключается в согласовании логики и результатов разрабатываемого прогноза развития ТЭК с результатами уже выполненных другими организациями прогнозов в энергетике и по смежным направлениям. Проводится проверка на непротиворечивость результатов консенсус-прогноза на основе балансовой модели, учитываются текущие оценки ожидаемых результатов деятельности ТЭК за прогнозный период,

сравнение полученных результатов с актуальными официальными прогнозами развития ТЭК в мире и по отдельным странам и интерпретация их результатов. На основании полученных прогнозов ключевых показателей производственной деятельности отраслей ТЭК (электроэнергетика, нефтяная, газовая, угольная промышленность) выполняются оценки изменения динамики их экономических показателей, таких как объемы инвестиций, достижимые уровни цен или меры государственной поддержки, а далее, при необходимости, выполняется дезагрегация полученных результатов до уровня регионов.

Прогноз развития энергетики России до 2030 г., подготовленный НИУ ВШЭ

С 2022 г. в рамках стратегического проекта «Национальный центр научно-технологического и социально-экономического прогнозирования» в Институте экономики и регулирования инфраструктурных отраслей (ИЭиРИО) НИУ ВШЭ проводятся исследования, направленные на формирование подходов и разработку прогнозного инструментария развития энергетики России и мира. Помимо методических разработок были подготовлены сбалансированные сценарные прогнозы ТЭК России с учетом экономических оценок развития отдельных отраслей комплекса.

Прежде всего, следует отметить, что прогноз развития российской энергетики на период до 2030 г. в НИУ ВШЭ выполняется при заданных условиях геополитического и экономического развития страны на указанный период. Профильные команды экспертов прорабатывают вопросы технологического и территориального развития, климатической политики, развития транспортного сектора и транспортной инфраструктуры. Таким образом, сценарный прогноз энергетики Российской Федерации формируется при наличии важнейшей исходной информации об условиях развития «внешних» для энергетики факторов.

При формировании сценариев рассматриваются два ключевых фактора, которые могут оказывать решающее воздействие на траекторию развития российского и мирового ТЭК:

- фактор 1 — динамика мировой экономики, в том числе с учетом ситуации на сырьевых рынках (устойчивый рост или череда кризисов);
- фактор 2 — воздействие санкций на российскую экономику (ослабление или усиление санкций с учетом возможностей их обхода).

На этой основе сформированы четыре сквозных сценария (табл. 1).

Таблица 1. Сквозные сценарии развития энергетики России, разработанные НИУ ВШЭ

| Ситуация в мировой экономике | Воздействие санкций | |
|---------------------------------|---|---|
| | Ослабление | Усиление |
| Устойчивый рост | <i>Сценарий 1</i> <i>«Новая вовлеченность»</i> | <i>Сценарий 2</i> <i>«Железный занавес»</i> |
| Череда кризисов | <i>Сценарий 3</i> <i>«Остров стабильности»</i> | <i>Сценарий 4</i> <i>«Турбулентное потерянное десятилетие»</i> |

Источник: НИУ ВШЭ, рабочие материалы стратегического проекта.

В ходе проведенных исследований в ИЭиРИО НИУ ВШЭ была сформирована база данных прогнозов развития энергетики России и мира, включающая на 2024 г. 19 прогнозов различных зарубежных (Международное энергетическое агентство¹², Управление энергетической информации США¹³, Организация

¹² World Energy Outlook 2023 // IEA. 2023. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (дата обращения: 04.03.2024).

¹³ International Energy Outlook 2023 // IEA. 2023. <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/> (дата обращения: 04.03.2024).

стран — экспортеров нефти¹⁴, Международное агентство по возобновляемым источникам энергии¹⁵, компании BP¹⁶ и Shell¹⁷, информационное агентство «Блумберг»¹⁸ и др.) и российских организаций («Центр энергоэффективности — XXI век»¹⁹, Российское энергетическое агентство²⁰, институты РАН²¹ и др.), в том числе 65 различных сценариев. На основе анализа собранной информации определены характерные группы прогнозов, наиболее релевантные сценариям НИУ ВШЭ. Таким образом, было сформировано структурированное сценарное поле, позволяющее оценить диапазоны возможных значений ключевых показателей развития энергетики на период до 2030 г. по заданным временным точкам прогноза для каждого сценария.

¹⁴ World Oil Outlook // ОПЕК. 2023. https://www.opec.org/opec_web/en/publications/340.htm (дата обращения: 14.03.2024).

¹⁵ World Energy Transition Outlook // IRENA. 2023. <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2023> (дата обращения: 04.03.2024).

¹⁶ BP Energy Outlook 2023 // BP. 2023. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf?ysclid=ltea06woqz495398739> (дата обращения: 14.03.2024).

¹⁷ Shell LNG Outlook // Shell. 2024. <https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook-2024.html#vanity-aHR0сНМ6Ly93d3cuc2hlbGwуY29tL2VuZXJneS1hbmQtaW5ub3ZhdGlvbi9uYXR1cmFsLWdhcy9saXF1ZWZpZWQtbmF0dXJhbC1nYXMtbG5nL2xuZy1vdXRsb29rLTIwMjQuaHRtbA> (дата обращения: 04.03.2024).

¹⁸ New Energy Outlook 2022 // BloombergNEF. 2022. <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/> (дата обращения: 04.03.2024).

¹⁹ *Bashmakov I.* Russia's foreign trade, economic growth, and decarbonisation. Long-term vision / CENEFF XXI. https://cenef-xxi.ru/uploads/Policy_paper_0b89e06980.pdf (дата обращения: 04.03.2024).

²⁰ РЭА Минэнерго России представило сценарии развития мировой энергетики до 2050 года // РЭА Минэнерго России. 2024. 27 февр. <https://rosenergo.gov.ru/press-center/news/rea-minenergo-rossii-predstavilo-stsenarii-razvitiya-mirovoy-energetiki-do-2050-goda/?ysclid=ltea60ie7i606788897> (дата обращения: 14.03.2024).

²¹ Исследование путей и темпов развития низкоуглеродной энергетики в России / под ред. А.А. Макарова; ИНЭИ РАН. М., 2022. https://www.eriras.ru/files/inei_2022_makarov.pdf (дата обращения: 14.03.2024).

Текущие сценарные прогнозы развития энергетики России на период до 2030 г. были разработаны с учетом результатов экспертного опроса, которые позволили оценить ключевые риски и возможности при развитии ТЭК России, влияние государственной политики, негативные и позитивные изменения в развитии комплекса на период до 2030 г., сценарные количественные показатели развития отраслей ТЭК России: объемы производства и потребления основных видов энергоресурсов, объемы экспорта основных видов энергоресурсов, изменение структуры использования энергетических технологий.

На рис. 1 в качестве примера приведены результаты прогноза выработки электроэнергии в России на период до 2030 г.

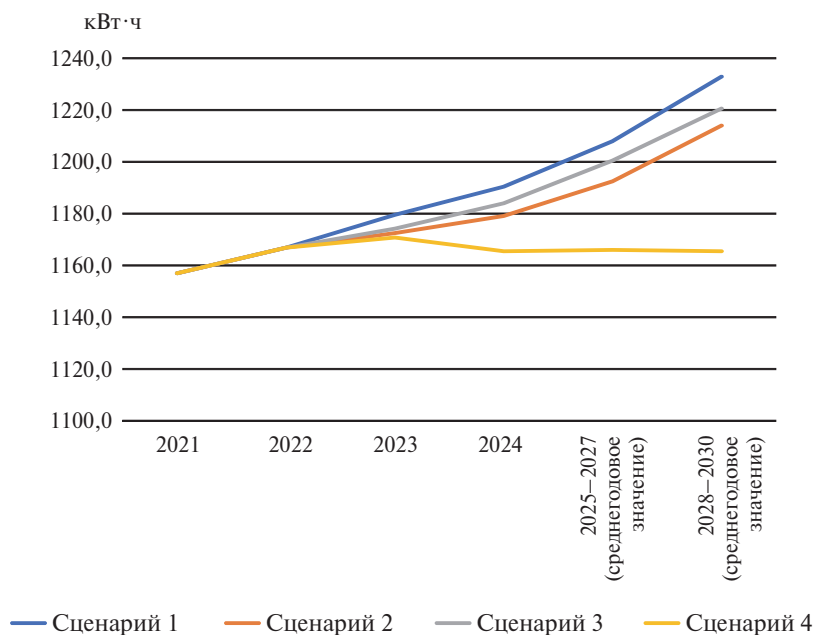
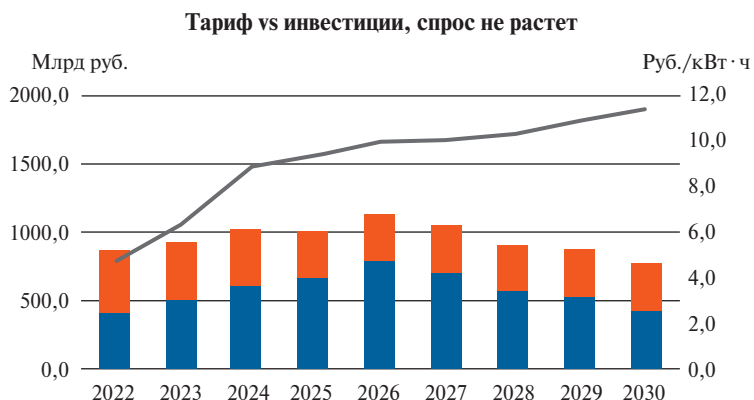
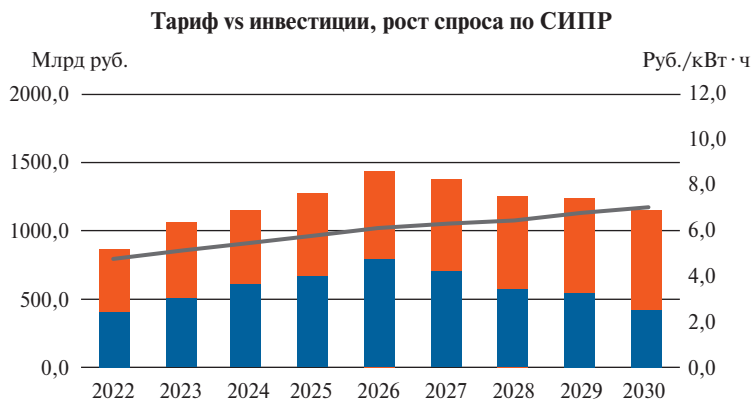


Рис. 1. Сценарный прогноз выработки электроэнергии в России, разработанный НИУ ВШЭ

Источник: расчеты ИЭиРИО НИУ ВШЭ.



- Инвестиции в ценах 2021 г. (сети и сбыт)
- Инвестиции в ценах 2021 г. (генерация)
- Конечная цена

Рис. 2. Сравнение базового и альтернативного прогнозов экономических показателей электроэнергетики Российской Федерации

Источник: расчеты ИЭиРИО НИУ ВШЭ.

На основании полученных результатов сценарного прогноза проведены исследования по экономическим параметрам развития отдельных отраслей российского ТЭК (электроэнергетики, нефтяной, газовой и угольной промышленности) с использованием имитационных моделей финансового состояния отраслей энергетики с учетом регулирующих правил.

На рис. 2 представлены результаты расчета экономических показателей на примере электроэнергетики Российской Федерации.

В рамках проведенных исследований выполнен анализ устойчивости официального (базового) прогноза развития электроэнергетики согласно Схеме и программе развития электроэнергетических систем России на 2023–2028 годы (СИПР)²² (верхняя гистограмма). Рассмотрены альтернативные сценарии спроса на электроэнергию, в том числе в связи с учетом возможных ограничений по инвестициям. В частности, оценена степень их влияния на уровни цен на электроэнергию (нижняя гистограмма — инвестиции и цены при стабильном спросе, сценарий 4 рис. 1).

²² СИПР ЭЭС России на 2023–2028 годы // СО ЭЭС РФ. <https://www.so-ups.ru/functioning/tech-disc/tech-disc2023/sipr-ehehs-2023-2028/> (дата обращения: 24.02.2024).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Л.Н. Проскурякова, У.Е. Радаева

Проблема неравномерного распределения энергоресурсов, доступа к услугам энергоснабжения и энергетическим технологиям является глобальным энергетическим вызовом, тесно связанным с другими вызовами устойчивому развитию, включая изменение климата и бедность. Поиск ответов на него начинается с широкого обсуждения и определения подходов к исследованиям будущего, которые позволят преодолеть существующие проблемы при одновременном решении климатических и природоохраненных задач.

Тематика энергетической справедливости тесно переплетена с достижением 7-й Цели устойчивого развития (ЦУР7) ООН. Значимую часть исследований в этой области институты ООН (Программа развития ООН (UNDP, ПРООН), Научно-исследовательский институт социального развития ООН (UNRISD), Департамент по экономическим и социальным вопросам (DESA) и др.) координируют и реализуют посредством специальных инициатив (Sustainable Energy Hub, Sustainable Energy for All и др.). Вопросы энергетической справедливости входят в число приоритетных на Конференции ООН по вопросам изменения климата, в рамках которой организован переговорный процесс для реализации РКИК ООН, Киотского протокола и Парижского соглашения²³.

²³ Что такое конференция ООН по вопросам изменения климата // United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/ru/peregovornyy-process-i-vstrechi/chto-takoe-konferenciya-oon-po-voprosam-izmeneniya-klimata> (дата обращения: 25.03.2024).

Исследования энергетического неравенства

В научной и экспертной литературе используется множество близких по смыслу терминов, применяемых при анализе энергетической справедливости (energy justice) — «энергетическая бедность», «неравномерное распределение энергии», «углеродное неравенство», «экологическое неравенство». Несмотря на то что зачастую они применяются как сходные по смыслу, их значения различаются. В целом данные термины описывают существующие проблемы и их последствия в виде неравного доступа к энергии в разных странах и регионах мира с точки зрения уровня (качества) жизни, объема энергопотребления, экономического роста, объема выбросов парниковых газов, последствий для окружающей среды и проч., указывая на различные аспекты неравномерного распределения энергоресурсов²⁴.

Неравномерное распределение энергоресурсов, или энергетическое неравенство, можно определить как дисбаланс в использовании энергоресурсов внутри стран и их неравномерное потребление в масштабе регионов мира²⁵. Важным аспектом проблемы неравного доступа к энергии в мире является удовлетворение потребности будущих поколений. В данном контексте рассматривается возможность справедливого, недискриминационного распределения и использования энергии. На решение этой проблемы направлена ЦУР7 ООН: «Обеспечение доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех», включая всеобщий доступ к энергоснабжению, увеличение доли ВИЭ в структуре энергопотребления и удвоение темпов повышения энергоэффективности²⁶. Считается, что для

²⁴ Volodzkienė L., Streimikiene D. Energy inequality indicators: A comprehensive review for exploring ways to reduce inequality // *Energies*. 2023. Vol. 16. No. 16. Art. no. 6075.

²⁵ Bianco V., Proskuryakova L., Starodubtseva A. Energy inequality in the Eurasian Economic Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 146. No. 2. Art. no. 111155.

²⁶ Цель 7: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. Цели в области устойчивого развития // ООН. 2024. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/energy/> (дата обращения: 25.03.2024).

достижения указанной цели к 2030 г. потребуется довести темпы подключения к электросетям до 100 млн человек ежегодно.

В ПРООН сформулированы четыре приоритетных направления деятельности для обеспечения доступа к энергоресурсам наиболее уязвимых групп населения²⁷: формирование эффективных институтов, развитие нормативно-правовой базы, вовлечение гражданского общества и обеспечение надлежащего надзора. Продвижение по данным направлениям с участием широкого круга заинтересованных сторон, включая организации частного сектора, позволит обеспечить доступной и чистой энергией еще 500 млн человек к 2025 г.

На глобальном уровне цели по снижению энергетического неравенства в достаточной степени проработаны и установлены в ключевых документах, формирующих повестку устойчивого развития. На первый план выходят задачи мониторинга продвижения к этим целям и оценки проектов и программ, направленных на их достижение. По данным международных организаций, глобальный тренд на снижение уровня неравенства сохраняется, но прогнозы не позволяют говорить о достижении заявленных целей в установленные сроки. В 2022 г. вследствие пандемии и турбулентности на энергетических рынках число людей, не имеющих доступа к электроэнергии, выросло впервые за несколько десятилетий, достигнув 760 млн человек, что соответствует уровню 2019 г. Хуже всего обстоит ситуация в Африке, к югу от Сахары, где проживают 80% жителей планеты, не имеющих доступа к электричеству. В этом регионе с 2010 по 2023 г. ситуация не улучшилась, в то время как в развивающихся странах Азии за тот же период произошло сокращение значения данного показателя с 761,6 млн до 106,9 млн человек²⁸. Кроме того, 2,3 млрд человек до сих пор не имеют доступа к экологически чистым источникам энергии для

²⁷ Shaping the Future of Energy Governance // UNDP. 2023. Febr. 8. <https://www.undp.org/energy/news/shaping-future-energy-governance> (дата обращения: 25.03.2024).

²⁸ Access to electricity. SDG7: data and projections // IEA. <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-electricity> (дата обращения: 24.03.2024).

приготовления пищи. Если данная тенденция сохранится, к 2030 г. 660 млн человек по-прежнему не будут иметь доступа к электроэнергии, а 1,9 млрд человек — к безопасным видам топлива для приготовления пищи²⁹.

В то же время ряд ученых выявили рост неравенства в доступе к энергоресурсам в целом и отдельных его составляющих в глобальном масштабе и по четырем группам стран (страны с высоким, выше среднего, ниже среднего и низким уровнем доходов)³⁰. Другие исследования, так же как и доклады международных организаций, указывают на снижение показателей неравенства потребления по всем видам энергоресурсов. При этом процесс проходит неравномерно по регионам мира. Наибольший уровень неравенства между регионами мира в части потребления нефти наблюдается в Северной Америке, в то время как аналогичный вид неравенства внутри регионов мира наиболее высок в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе. Неравенство в потреблении угля идет на спад в Северной Америке, но не в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе. Наиболее высок уровень неравенства в потреблении природного газа между регионами мира в Европе и Центральной Азии и Северной Америке. Наиболее высокий уровень неравенства в потреблении возобновляемой энергии — в Европе и Центральной Азии, а также в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе. Кроме того, в мире наблюдается негативное воздействие неравенства в потреблении энергии и положительное воздействие свободы торговли на окружающую среду³¹. Это значит, что механизмы выравнивания доступа к энергоресурсам как между регионами мира, так и внутри них нуждаются в совершенствовании. Для оценки энергетического неравенства по странам и регионам мира

²⁹ Tracking SDG7: The energy progress report 2023 // IRENA. 2023. June. <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/Tracking-SDG7-2023> (дата обращения: 24.03.2024).

³⁰ *Sinha A. et al.* Analyzing global inequality in access to energy: Developing policy framework by inequality decomposition // *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 304. No. 3. Art. no. 114299.

³¹ *Yao X. et al.* Inequalities by energy sources: An assessment of environmental quality // *PLoS ONE*. 2020. Vol. 15. No. 3. Art. no. e0230503.

часто используется индекс Тейла, изначально разработанный для оценки социального неравенства³².

Одним из ключевых инструментов анализа траекторий достижения энергетической справедливости является сценарный анализ. Международное энергетическое агентство предлагает несколько сценариев, отражающих потенциальные изменения в сфере энергетики и позволяющих оценить результативность принимаемых мер³³. Целевой сценарий достижения нулевых выбросов до 2050 г. (Net Zero Emissions, NZE) — это план перехода к энергетической нейтральности (т.е. достижение баланса между выбросами и поглощением парниковых газов). Данный сценарий также предполагает выполнение ключевых целей устойчивого развития ООН. Сценарий реализации заявленных мер политики (Announced Pledges Scenario, APS) предполагает, что все обязательства со стороны правительств разных стран и различных предприятий, анонсированные до августа 2023 г., будут выполнены в полном объеме. Сценарий реализации принятых мер политики (Stated Policies Scenario, SPS/STEPS) опирается на уже принятые меры политики, а также учитывает планируемые в настоящее время мощности по производству экологически чистой энергии. По состоянию на конец 2023 г. принятые меры политики не смогут обеспечить переход к сценарию достижения нулевых выбросов (рис. 3).

На национальном уровне требуется более тонкая настройка показателей. В странах, отчитавшихся о достижении ЦУР7, необходимо ввести дополнительные задачи и соответствующие им индикаторы, характеризующие энергетическое неравенство и энергетическую бедность³⁴. Среди прочих могут учитываться такие

³² Yao X. et al. Op. cit.; Bianco V., Proskuryakova L., Starodubtseva A. Op. cit.; Sinha A. et al. Op. cit.

³³ Global Energy and Climate Model. Documentation 2023 / IEA. 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ff3a195d-762d-4284-8bb5-bd062d260cc5/GlobalEnergyandClimateModelDocumentation2023.pdf> (дата обращения: 24.03.2024).

³⁴ Gebara C.H., Laurent A. National SDG-7 performance assessment to support achieving sustainable energy for all within planetary limits // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023. Vol. 173. Iss. C. Art. no. 112934.

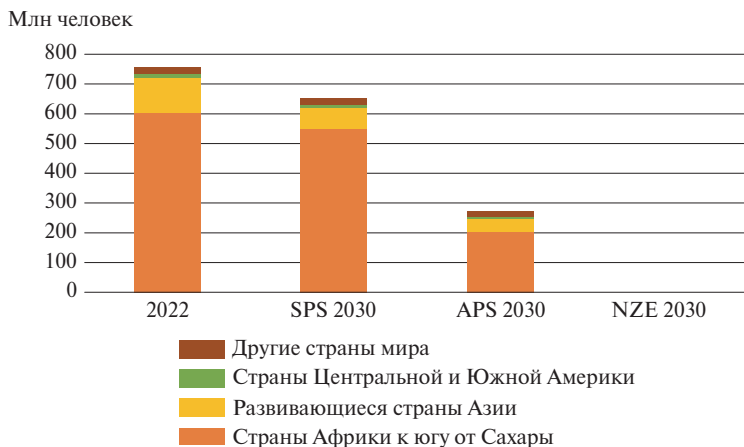


Рис. 3. Население, не имеющее доступа к электроэнергии, по сценариям и регионам мира

Источник: Международное энергетическое агентство.

факторы, как объем энергопотребления по регионам и различным группам населения, в том числе относительно средних объемов потребления; стоимость электроэнергии относительно средних для страны или региона значений; доступность оборудования для собственной электрогенерации или топлива для обогрева помещения и приготовления пищи; обеспечение безопасности услуг энергоснабжения; экологический след добычи металлов и минералов для ТЭК и др. Помимо дополнительных показателей, характеризующих выполнение задач ЦУР7, необходимы комплексные национальные системы мониторинга, объединяющие их в интегрированную систему оценки. Странам, особенно с низким уровнем доходов³⁵, может потребоваться методологическая помощь в разработке таких систем и организации статистического наблюдения, в том числе на субнациональном уровне. В частности, потребуются дополнительные усилия по организации сбора дан-

³⁵ Taylor P.G. et al. Better energy indicators for sustainable development // Nature Energy. 2017. Vol. 2. No. 8. Art. no. 17117.

ных об энергетических системах; доступ и адаптация региональных и межрегиональных моделей ввода-вывода (Multi-Regional Input Output models, MRIO)³⁶ и других релевантных экономико-математических моделей; оценка и адаптация новых показателей из смежных с ТЭК областей, включая затраты на их сбор и оценку качества данных; оценка пороговых значений показателей исходя из понимания их взаимного влияния³⁷.

Инструменты и меры для обеспечения энергетической справедливости

Исследования указывают на необходимость применения инструментов и мер, разработанных в логике устойчивого развития, для обеспечения всего населения недорогостоящей и чистой энергией. Эти меры должны учитывать совокупный эффект роста экономики и качества жизни, демографические тенденции и применение наилучших доступных технологий³⁸. Набор мер, которые могут применяться на глобальном и национальном уровне, различается.

На глобальном уровне и уровне регионов мира ведущая роль в обеспечении энергетической справедливости и сокращении энергетического неравенства принадлежит международным организациям и институтам. Основными инструментами являются мониторинг достижения глобальных целей³⁹, сбор и распростра-

³⁶ Tukker A., Wood R., Giljum S. Relevance of global multi regional input output databases for global environmental policy: Experiences with EXIOBASE 3 // Journal of Industrial Ecology. 2018. Vol. 22. No. 3. P. 482–484.

³⁷ Vea E.B. et al. Framework to define environmental sustainability boundaries and a review of current approaches // Environmental Research Letters. 2020. Vol. 15. No. 10. Art. no. 103003; Ryberg M.W. et al. Downscaling the Planetary Boundaries in absolute environmental sustainability assessments — a review // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 276. No. 4. Art. no. 123287.

³⁸ Gebara C.H., Laurent A. Op. cit.

³⁹ Suchs J. et al. Sustainable development report 2023. Implementing the SDG stimulus // UN Sustainable Development Solutions Network. Dublin University Press, 2023. <https://sdgtransformationcenter.org/reports/sustainable-development-report-2023> (дата обращения: 26.03.2024).

нение лучших практик, оценка проектов и программ⁴⁰ и оказание поддержки (финансовой, консультационной и др.) наиболее бедным странам⁴¹.

На национальном уровне, так же как и на глобальном, важным инструментом является мониторинг достижения заявленных целей на уровне страны и ее регионов. Многие страны уже осуществляют мониторинг достижения ЦУР7 по предложенным ООН показателям. При этом стоит учесть, что проблема неравномерного распределения энергии включает множество аспектов, не связанных напрямую с созданием и использованием энергетической инфраструктуры, и различные значимые для ее решения факторы не относятся исключительно к ТЭК⁴².

Роль энергетики в поддержании экономического роста очевидна и, как правило, прослеживается в национальных стратегиях социально-экономического развития и энергетических стратегиях. В то время как многим развитым странам удалось преодолеть прямую зависимость экономического роста от роста энергопотребления, странам с развивающейся и переходной экономикой только предстоит решить эту задачу⁴³.

Обеспечение энергоснабжения городов и населенных пунктов с использованием современных низкоэмиссионных технологий (например, электрификация, газификация или обеспечение доступности оборудования для собственной генерации энергии потребителями) позволяет повысить качество жизни и преодолеть энергетическую бедность. Системное отслеживание показателей в этой сфере позволит оценить долю энергоресурсов в бюджете

⁴⁰ Synthesis of the partnership pillar / The Global SDG Evidence Coalition. 2023. <https://www.sdgssynthesiscoalition.org/sites/default/files/2024-01/Partnership-Pillar-Synthesis-Report-Final.pdf> (дата обращения: 26.03.2024).

⁴¹ Investing in energy access and energy justice // Wallace Global Fund. <https://wgf.org/investing-in-energy-access-energy-justice/> (дата обращения: 26.03.2024).

⁴² Volodžkiene L., Streimikiene D. Op. cit.

⁴³ Wang F., Zhang Z.X. Decoupling economic growth from energy consumption in top five energy consumer economies: A technological and urbanization perspective // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 357. Art. no. 131890.

домохозяйств, прожиточном минимуме и, как следствие, необходимость адресной государственной поддержки⁴⁴.

Меры по повышению энергоэффективности и экономии энергии в ТЭК и других отраслях экономики позволяют снизить нагрузку на инфраструктуру и необходимость дополнительных инвестиций. Аналогичные меры в масштабах домохозяйств будут способствовать снижению ежемесячных расходов на энергопотребление. Значимую роль как для экономики, так и для домохозяйств играют стоимость (и закладываемые в нее потери) транспортировки ресурсов энергоснабжающими организациями, энергоэффективность жилых и нежилых зданий и в транспортном секторе.

Условия предоставления заемных средств для реализации проектов в ТЭК, а также прочие финансовые инструменты, такие как льготы и субсидии, могут способствовать добыче некоторых видов ресурсов, развитию определенных видов генерации или размещению объектов ТЭК в отдельных регионах. Аналогичное влияние могут оказывать инвестиционный климат и правила торговли энергоресурсами на оптовом и розничном рынках⁴⁵.

Помимо высоких цен на энергоресурсы, среди ключевых причин сохранения энергетической бедности можно отметить низкие доходы граждан и безработицу. Инструментами решения этих проблем являются своевременный пересмотр образовательных программ с целью их соответствия будущим требованиям работодателей, дополнительная подготовка и переподготовка работников (в том числе в связи с набирающим обороты технологическим прогрессом), а также поддержка новых секторов экономики, в том числе возобновляемой энергетики⁴⁶.

⁴⁴ Proskuryakova L., Starodubtseva A., Bianco V. Modelling a household tariff for reducing sectoral cross-subsidies in the Russian power market // Energy. 2020. Vol. 213. Art. no. 118725.

⁴⁵ Cheng H. et al. Energy governance outlook: Global scenarios and implications / Global Public Policy Institute. Berlin, 2013. https://www.ggfutures.net/uploads/attachments/GG2022_Energy_Report_web.pdf (дата обращения: 26.03.2024).

⁴⁶ Sinha A. et al. Op. cit.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

И.А. Макаров, М.Н. Чистиков

Развитие низкоуглеродных технологий оказывает огромное влияние на развитие всех сфер жизни общества. Благодаря ему не только снижаются выбросы парниковых газов и оказывается положительное влияние на качество окружающей среды; оно выступает и фактором развития экономических процессов, а также элементом политической повестки дня. Среди направлений воздействия низкоуглеродных технологий — их влияние на человеческий потенциал. Оно разнородно. С одной стороны, внедрение низкоуглеродных технологий, как правило, позитивно сказывается на здоровье населения. С другой стороны, оно нередко ставит под угрозу благосостояние людей, задействованных в традиционных секторах, связанных с ископаемым топливом. Например, исторические корни движения за справедливый энергопереход связаны с деятельностью профсоюзов, обеспокоенных потерей рабочих мест в условиях сокращения доли традиционной энергетики⁴⁷. Комплексному анализу разностороннего влияния низкоуглеродных энергетических технологий на человеческий потенциал посвящена данная глава доклада.

Человеческий потенциал — это не то же самое, что человеческий капитал. Если последний подразумевает определенный набор неотъемлемых характеристик, способностей, знаний и навыков человека, который может быть применен в трудовой деятельности и обуславливает ее производительность, то человеческий потенциал не имеет жесткой привязки к труду и может быть реализо-

⁴⁷ Wang X., Lo K. Just transition: A conceptual review // Energy Research & Social Science. 2021. Vol. 82. No. 3. Art. no. 102291.

ван в любых других сферах жизнедеятельности⁴⁸. Он тесно связан с понятием «человеческое развитие» (*human development*), с которым соотносится связью «фактор — результат»⁴⁹. Если в рамках концепции человеческого развития рассматриваются гуманитарные аспекты экономического роста, такие как доступ к образованию и медицине, то в рамках концепции человеческого потенциала — результаты более интенсивного развития этих аспектов, т.е. более высокий уровень здоровья и образования, приобретенные людьми знания и навыки.

Можно выделить три важнейших составляющих человеческого потенциала:

- физический, который включает состояние физического здоровья, продолжительность жизни и иные физические характеристики человека;
- социальный, к которому относится общественная и политическая активность человека, социальная ответственность, отсутствие склонности к девиантному поведению и психическое здоровье;
- интеллектуальный, включающий уровень образования, набор навыков, знаний и умений, которыми обладает человек. Сюда же следует отнести и способность к обучению.

Воздействие низкоуглеродных энергетических технологий на физический человеческий потенциал

Низкоуглеродные энергетические технологии имеют большое значение для развития физического человеческого потенциала — не столько как средство митигации климатических изменений, сколько в качестве фактора снижения выбросов вредных для здо-

⁴⁸ Федотов А.А. Человеческий потенциал и человеческий капитал: сущность и отличие понятий // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 7. С. 148–155.

⁴⁹ McNeill D. “Human Development”: The power of the idea // Journal of Human Development and Capabilities. 2007. Vol. 8. No. 1. P. 5–22; Lerner R.M. Concepts and theories of human development. 4th ed. N.Y., 2018.

ровья загрязняющих веществ⁵⁰. В результате внедрение таких технологических решений позитивно сказывается на человеческом здоровье и продолжительности жизни.

Можно выделить два аспекта воздействия низкоуглеродных технологий в этом контексте:

- повышение уровня жизни людей за счет улучшения качества воздуха;
- укрепление здоровья в связи с улучшением бытовых условий.

Использование ископаемых видов топлива связано с увеличением концентрации мелких твердых частиц и диоксида азота в атмосфере, что приводит к дополнительным расходам на здравоохранение в размере примерно 2,9 трлн долл. в год⁵¹. В то же время активное распространение возобновляемой энергетики и смежных чистых технологий (например электромобилей) способствует повышению качества воздуха и, таким образом, позитивно сказывается на здоровье населения⁵². В частности, при уровне распространения возобновляемой энергетики, необходимом для удержания роста глобальной температуры в пределах 2 °С, в 2050 г. в КНР можно будет предотвратить 0,6 млн преждевременных смертей, 151 млн случаев заболеваний, а также сократить потери в рабочей силе в размере 111 млн человеко-дней по сравнению с уровнем, который будет достигнут при реализации сценария текущей

⁵⁰ *Jaiswal K.K. et al.* Renewable and sustainable clean energy development and impact on social, economic, and environmental health // *Energy Nexus*. 2022. Vol. 7. No. 3. Art. no. 100118; *Hongtao L., Wenjia L.* The analysis of effects of clean energy power generation // *Energy Procedia*. 2018. Vol. 152. P. 947–952; *Dincer I., Acar C.* A review on clean energy solutions for better sustainability // *International Journal of Energy Research*. 2015. Vol. 39. No. 5. P. 585–606.

⁵¹ Renewable energy — powering a safer future // UN. <https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy> (дата обращения: 04.03.2023).

⁵² *Gharbi I., Kammoun A., Kefi M.K.* To what extent does renewable energy deployment reduce pollution indicators? The moderating role of research and development expenditure: Evidence from the top three ranked countries // *Frontiers in Environmental Science*. 2023. Vol. 11. Art. no. 1096885; *Li R., Wang Q., Li L.* Does renewable energy reduce per capita carbon emissions and per capita ecological footprint? New evidence from 130 countries // *Energy Strategy Reviews*. 2023. Vol. 49. Art. no. 101121.

политики⁵³. Более того, развитие низкоуглеродных технологий способствует значительному повышению материнского здоровья⁵⁴. Например, в КНР производство энергии за счет сжигания природного газа, а не за счет сжигания угля способствует значительному снижению материнской смертности: увеличение плотности газоснабжения (измеряемой как длина газопроводов в расчете на 10 тыс. жителей) на одну единицу способствует снижению материнской смертности на 4%, что в условиях КНР означает сохранение жизнью примерно 648 женщин в год⁵⁵.

Ключевая роль в улучшении бытовой среды принадлежит «зеленому» строительству, под которым подразумевается использование в постройках энергоэффективных технологий для снижения негативного воздействия на окружающую среду и выбросов парниковых газов⁵⁶. Здания, построенные с применением таких технологий, способствуют повышению уровня здоровья населения за счет улучшения качества воздуха в помещении, воды и вентиляционных систем, более эффективного терморегулирования и регулирования влажности воздуха, а также повышения качества освещения и снижения шумов⁵⁷. Согласно некоторым исследованиям, проживание в «зеленых» домах способствует повышению уровня здоровья жильцов на 8%, а смертность в медицинских учреждениях, построенных с применением энергоэффективных технологий, ниже на 19%⁵⁸.

Существует также и негативное влияние возобновляемой энергетики на физическое здоровье. В частности, ряд исследова-

⁵³ Xie Y. et al. Large-scale renewable energy brings regionally disproportional air quality and health co-benefits in China // iScience. 2023. Vol. 26. No. 8. Art. no. 107459.

⁵⁴ Li F. et al. How does clean energy consumption affect women's health: New insights from China // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19. No. 13. Art. no. 7943.

⁵⁵ Wang Y., Chen X., Ren S. Clean energy adoption and maternal health: Evidence from China // Energy Economics. 2019. Vol. 84. No. 591. Art. no. 104517.

⁵⁶ Allen J.G. et al. Green buildings and health // Current Environmental Health Reports. 2015. Vol. 2. No. 3. P. 250–258.

⁵⁷ Cedeño-Laurent J.G. et al. Op. cit.

⁵⁸ Allen J.G. et al. Op. cit.

ний указывает на негативное воздействие установок по генерации ветровой энергии на сон человека в связи с повышенным уровнем шума⁵⁹. Другой пример связан с размещением крупных гидроэлектростанций на территории традиционного проживания коренных народов⁶⁰. Тем не менее подобные негативные последствия от внедрения низкоуглеродных энергетических технологий могут быть смягчены за счет повышения эффективности планирования и размещения соответствующих установок. Помимо этого, добыча сырья для возобновляемой энергетики также может быть сопряжена и с негативным воздействием на окружающую среду, и с нарушением прав человека. Например, добыча лития приводит к целому набору негативных экологических воздействий⁶¹, а при добыче кобальта в Демократической Республике Конго были зафиксированы множественные случаи использования детского и кабального труда⁶². И кобальт, и литий играют ключевую роль в энергетическом переходе, будучи необходимым ресурсом для производства накопителей электроэнергии.

Роль низкоуглеродных энергетических технологий в развитии социального человеческого потенциала

Эффекты от внедрения «зеленых» энергетических технологий для развития социального человеческого потенциала также можно разделить на две группы: повышение уровня ответственности

⁵⁹ *Knopper L.D. et al.* Wind turbines and human health // *Frontiers in Public Health*. 2014. Vol. 2. No. 63. Art. no. 97656.

⁶⁰ *Finley-Brook M., Thomas C.* Renewable energy and human rights violations: Illustrative cases from indigenous territories in Panama // *Annals of the American Association of Geographers*. 2011. Vol. 101. No. 4. P. 863–872.

⁶¹ *Kaunda R.B.* Potential environmental impacts of lithium mining // *Journal of Energy & Natural Resources Law*. 2020. Vol. 38. No. 3. P. 237–244.

⁶² *Davidson B.* Labour on the leading edge: A critical review of labour rights and standards in renewable energy // *Energy Research & Social Science*. 2023. Vol. 97. No. 4. Art. no. 102928.

людей и вовлеченности в общественную жизнь и укрепление психологического здоровья населения.

Ориентация населения на постматериалистические ценности, которые подразумевают заботу о психологических, моральных, социальных и эстетических, а не только экономических проблемах⁶³, тесно связана с приоритизацией целей защиты окружающей среды, участием в экологических организациях и экологических демонстрациях⁶⁴. На уровне компаний существует зависимость между высоким уровнем их социальной ответственности и внедрением низкоуглеродных энергетических технологий⁶⁵. Следует отметить, что в данном случае скорее социальные, психологические и морально-этические аспекты человеческого потенциала оказывают позитивное влияние на распространение низкоуглеродных энергетических систем. Тем не менее под влиянием активного развития и внедрения низкоуглеродных технологий может происходить определенная трансформация существующих социальных норм таким образом, что поведение, связанное с более ответственным отношением к окружающей среде и обществу, превращается в общепринятую морально-этическую максиму.

Позитивное воздействие низкоуглеродных технологий на психологическое здоровье в первую очередь связано с улучшением качества домашней, бытовой и рабочей среды за счет повышения качества воздуха, освещения и водоснабжения. Согласно ряду исследований, производительность работников, трудящихся в «зеленых» зданиях, примерно на 10% выше, чем трудящихся в обычных

⁶³ *Luga M.B.* Качество жизни и постматериалистические ценности // Ползуновский вестник. 2005. № 3. С. 222–228.

⁶⁴ *Booth D.E.* Postmaterialism and support for the environment in the United States // *Society & Natural Resources*. 2017. Vol. 30. No. 11. P. 1404–1420; *Kidd Q., Lee A.R.* Postmaterialist values and the environment: A critique and reappraisal // *Social Science Quarterly*. 1997. Vol. 78. No. 1. P. 1–15; *Lee A.R., Kidd Q.* More on postmaterialist values and the environment // *Ibid.* P. 36–43.

⁶⁵ *Kärnä J., Hansen E., Juslin H.* Social responsibility in environmental marketing planning // *European Journal of Marketing*. 2003. Vol. 37. No. 5/6. P. 848–871.

зданиях⁶⁶. Помимо этого, проживание в домах с применением низкоуглеродных энергетических технологий позитивно сказывается на психологическом здоровье, способствует снижению стресса и раздраженности⁶⁷.

Воздействие низкоуглеродных энергетических технологий на интеллектуальный человеческий потенциал

Роль низкоуглеродных технологий в развитии интеллектуального человеческого потенциала проявляется в двух взаимосвязанных аспектах: создании новых высококвалифицированных рабочих мест и повышении спроса на образовательные услуги.

Развитие низкоуглеродных технологий, особенно «зеленой» энергетики, подразумевает создание большого числа новых рабочих мест, в том числе за счет возникновения новых цепочек создания стоимости в логистике, добыче ресурсов, необходимых для производства генерирующих установок на ВИЭ, и секторе услуг⁶⁸. Важно отметить, что возобновляемая энергетика отличается более высоким потенциалом с точки зрения создания новых рабочих мест, чем традиционная⁶⁹. Согласно имеющимся оценкам, количество рабочих мест на единицу произведенной энергии для угля равно 0,14 рабочих места на МВт, для ветровой энергии — 0,25, для

⁶⁶ *Thatcher A., Milner K.* Changes in productivity, psychological wellbeing and physical wellbeing from working in a “green” building // *Work*. 2014. Vol. 49. No. 3. P. 381–393; *Miller N.G. et al.* Green buildings and productivity // *Journal of Sustainable Real Estate*. 2009. Vol. 1. No. 1. P. 65–89.

⁶⁷ *Cedeño-Laurent J.G. et al.* Op. cit.

⁶⁸ *Destek M.A., Ozsoy F.N., Ozpolat A.* Investigation on the job creation effect of green energy in OECD countries // *Shahbaz M., Balsalobre-Lorente D.* (eds). *Econometrics of Green Energy Handbook: Economic and Technological Development*. Cham, 2020. P. 131–149.

⁶⁹ *Hanna R., Heptonstall P., Gross R.* Job creation in a low carbon transition to renewables and energy efficiency: A review of international evidence // *Sustainability Science*. 2024. Vol. 19. No. 4. P. 1–26.

энергии биомассы — 1,5, а для солнечной энергии — 1,05 рабочих места на МВт⁷⁰.

Рабочие места в сфере возобновляемой энергетики также отличаются более высоким качеством рабочей среды по сравнению с рабочими местами в традиционном энергетическом секторе, что связано с более низким объемом выбросов вредных веществ. Добыча ископаемого топлива, особенно угля, связана с высокими рисками для здоровья и жизни рабочих, подразумевает высокий уровень опасности. Учитывая, что сфера возобновляемой энергетики является относительно новой, работа в этом секторе предоставляет больше возможностей для коммуникации между трудящимися и работодателем, что способствует более интенсивному инновационному развитию предприятий⁷¹. Наконец, работа в секторе низкоуглеродных технологий требует особого набора умений и навыков. При этом уровень образования в данном случае должен быть выше, чем в сфере традиционной энергетики.

Можно выделить четыре группы «зеленых» навыков, которые необходимы для осуществления энергетического перехода: технические и инженерные навыки, естественно-научные навыки, навыки, связанные с осуществлением наблюдения и мониторинга, и навыки операционного управления⁷². Специфические «зеленые» навыки также востребованы на всех этапах развития низкоуглеродных энергетических систем, включая проектирование, строительство и монтаж. Как уже было отмечено ранее, развитие возобновляемой энергетики требует большего количества рабочей силы, чем задействовано в традиционной энергетике. В связи с этим активное внедрение низкоуглеродных энергетических систем может привести к развитию сферы науки и образования, поскольку повышение спроса на квалифицированную рабочую

⁷⁰ *Ram M., Aghahosseini A., Breyer C.* Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050 // *Technological Forecasting and Social Change.* 2020. Vol. 151. No. 3. Art. no. 119682.

⁷¹ *Destek M.A., Ozsoy F.N., Ozpolat A.* Op. cit.

⁷² *Vona F.* Skills and human capital for the low-carbon transition in developing and emerging economies: FEEM Working Paper No. 019.2023. Milano, 2023.

силу конвертируется в рост спроса на образовательные услуги. В результате население в целом может получить больше возможностей для развития своих навыков, знаний и умений, что напрямую связано с улучшением интеллектуального человеческого потенциала.

Таким образом, развитие низкоуглеродных технологий оказывает комплексное и значительное влияние на состояние человеческого потенциала. Основные эффекты, описанные в данной главе, в обобщенном виде представлены в табл. 2.

Таблица 2. Эффекты от внедрения низкоуглеродных энергетических технологий для человеческого потенциала

| Измерение человеческого потенциала | Эффекты от внедрения низкоуглеродных энергетических технологий |
|---|---|
| Физический человеческий потенциал | <ol style="list-style-type: none">1. Улучшение качества воздуха и воды как в помещениях, так и на улице за счет снижения вредных выбросов.2. Снижение заболеваемости.3. Сокращение смертности и увеличение продолжительности жизни.4. Повышение качества физического благосостояния за счет улучшения рабочей и бытовой среды. |
| Социальный человеческий потенциал | <ol style="list-style-type: none">1. Распространение социальных норм, связанных с более ответственным отношением к природе.2. Поощрение участия в общественных организациях и движениях, направленных на защиту окружающей среды.3. Содействие повышению социальной ответственности бизнеса.4. Укрепление психологического здоровья населения. |
| Интеллектуальный человеческий потенциал | <ol style="list-style-type: none">1. Создание новых рабочих мест.2. Повышение работоспособности в связи с улучшением рабочей среды.3. Рост спроса на высококвалифицированную рабочую силу и, как следствие, на высшее техническое и естественно-научное образование. |

Основные направления позитивного воздействия на человеческий потенциал связаны с повышением качества воды и атмосферного воздуха, а также воздуха в помещениях, что ведет к увеличению продолжительности жизни и снижению заболеваемости, уровня преждевременной смертности. Помимо этого, активное развитие «зеленых» технологий приводит к закреплению в качестве социальных норм более ответственного поведения в отношении природы и общества, а также способствует повышению общественной активности граждан. Наконец, внедрение низкоуглеродных технологий связано с созданием новых высококвалифицированных рабочих мест, что приводит также и к повышенному спросу на соответствующие образовательные услуги.

Позитивные эффекты развития низкоуглеродных технологий для человеческого потенциала перевешивают негативные. Например, количество создаваемых рабочих мест в секторе возобновляемой энергетики больше, чем в традиционной. В результате, при наличии системы адаптации трудящихся к происходящим изменениям, а также программ переподготовки кадров, потери в рабочих местах от энергетического перехода будут полностью компенсированы. Что касается рисков для здоровья людей от проживания вблизи генерирующих установок на ВИЭ и нарушения экологических норм и прав местного населения при добыче соответствующего сырья, то они действительно есть. В то же время причиной появления таких рисков в данном случае являются не столько собственно «зеленые» энергетические технологии, сколько низкое качество социально-политических институтов и ошибки в городском планировании. Таким образом, негативные эффекты могут быть минимизированы за счет совершенствования текущих норм и правил, связанных с развитием низкоуглеродных технологий.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ БУДУЩЕГО В ЭНЕРГЕТИКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Предлагаемые рекомендации по повышению эффективности исследований направлены на повышение качества и надежности научных результатов, которые могут быть использованы для принятия решений организациями государственного и частного сектора. Предлагаемые междисциплинарные инструменты исследований позволяют расширить временной горизонт и проанализировать взаимное влияние ТЭК, других отраслей экономики и сфер социально-экономического развития. Эти подходы могут быть использованы для подготовки научно-обоснованных предложений с целью последующей интеграции документов социально-экономического развития и отраслевых стратегических документов с учетом принципов устойчивого развития, а также при планировании научно-технологического развития ТЭК.

Развитие комплексных подходов к прогнозированию

В научном сообществе, как за рубежом, так и в России, накоплен немалый опыт применения разнообразных методических подходов и модельных средств для исследований будущего энергетики и формирования энергетических прогнозов во взаимосвязи с развитием экономики и климата. В последние годы, в связи с повышенным вниманием к низкоуглеродному развитию и проблемам энергоперехода, особое внимание уделяется разработке новых подходов к оценкам направлений декарбонизации и реакции на изменения климата, что становится неотъемлемой частью формирования долгосрочных энергетических стратегий

отдельных государств, межгосударственных объединений и мира в целом.

Вместе с тем события 2019–2023 гг. привели к сложностям в обеспечении устойчивого энергоснабжения и вызвали новый виток дискуссий о формах, сроках и стоимости энергоперехода. Одновременно с этим в мире обострилась геополитическая ситуация, нарушились традиционные форматы и правила международной торговли энергоресурсами, возникли проблемы с трансфером передовых энергетических технологий, повысились риски окупаемости инвестиций в энергетические проекты. Это послужило причиной резкого роста неопределенности при оценке перспектив развития мировой и национальной энергетики.

В создавшейся ситуации поиск новых подходов к повышению обоснованности результатов исследований будущего в энергетике и долгосрочных энергетических прогнозов приобретает особое значение. В публикуемых прогнозах развития энергетики ключевую роль в настоящее время играет сценарный подход, без которого не обходится ни одно значимое исследование направлений развития мировой и национальной энергетики. Прогнозные сценарии являются одним из способов решения проблемы неопределенности, с одной стороны, и средством для поиска оптимальных путей к достижению целевых установок государственной политики (например, оценка возможностей достижения национальных целей низкоуглеродного развития) — с другой.

Помимо поиска новых подходов к экономико-математическому моделированию процессов развития энергетики и адекватных модельных средств для проведения исследований, актуальным стало новое видение работы с информационным обеспечением и выявилась необходимость расширения круга квалифицированных экспертов для оценки рисков и силы воздействия новых факторов, влияющих на развитие отраслей ТЭК. Проведенный анализ методов и средств прогнозирования развития энергетики позволяет сделать вывод о возможности и необходимости применения гибридных подходов, использующих достоинства разных методов и моделей.

Низкоуглеродная повестка и национальные обязательства по ее реализации, взятые на себя Россией, предполагают особое внимание оценке возможностей их реализации. С методической точки зрения это предполагает расширение круга изучаемых факторов в части как рассмотрения потенциальных возможностей использования низкоуглеродных энергетических технологий, технологий хранения энергии, так и более детальной проработки вопросов энергоэффективности и ресурсоэффективности на стороне потребителей.

В настоящее время в НИУ ВШЭ идет активная работа по развитию и совершенствованию методических подходов и инструментов прогнозирования социально-экономического развития России; проблемы прогнозирования российского ТЭК являются составной частью этих исследований. В рамках указанного стратегического проекта учитывается позитивный мировой и российский опыт проведения исследований, посвященных будущему энергетики, развивается система информационного обеспечения, совершенствуются практики сочетания экспертных оценок и использования экономико-математических моделей. Одновременно идет работа по дальнейшей формализации взаимосвязей и обмену результатами прогнозов со смежными командами, в том числе по климатической тематике.

Исследования энергетической справедливости

Исследования энергетической справедливости проводятся на глобальном, региональном и национальном уровне для обеспечения международного переговорного процесса по климату, оценки достижения целей устойчивого развития и других глобальных целей ООН, приоритетов содействия международному развитию и решения многих других, не менее важных практических задач. Значимая доля исследований сфокусирована на оценке неравного доступа к энергоресурсам и услугам энергоснабжения и преодолении существующих в этой области проблем. Другими важными направлениями исследований являются энергетическая бедность

наиболее уязвимых социальных групп, неравенство в потреблении энергоресурсов по группам стран и регионам и удовлетворение потребностей будущих поколений.

Востребованными инструментами, которые используются при проведении перечисленных исследований, являются мониторинг достижения глобальных и национальных целей, адаптация глобальных и определение дополнительных национально значимых показателей, исследование взаимного влияния показателей ТЭК, других отраслей экономики и сфер социально-экономического развития. Для оценки энергетического неравенства по странам и регионам мира часто используется индекс Тейла, позволяющий оценить энергетическое неравенство между различными группами стран и внутри них. Одним из основных инструментов анализа траекторий достижения энергетической справедливости в долгосрочной перспективе, с учетом потребностей будущих поколений, является сценарный анализ.

В исследованиях различных аспектов энергетической справедливости зачастую предлагаются рекомендации по мерам политики, многие из которых уже реализуются лицами, принимающими решения. На глобальном уровне при ведущей роли ООН и институтов развития проводятся сбор и распространение лучших практик, оценка проектов и программ и оказывается поддержка наиболее бедным странам. На национальном уровне эффективными средствами являются повышение энергоэффективности и энергосбережения, создание благоприятных условий для инвестиций и торговли чистыми и доступными энергоресурсами, а также меры по сокращению безработицы и повышению качества образовательных программ.

Исследования влияния энергетических технологий на человеческий потенциал

В отношении каждой из составляющих человеческого потенциала можно выделить ряд проблемных вопросов, которые требуют углубленного изучения и имеют большое значение для повышения эффективности принятия политических решений. Во-первых,

необходимо развивать сравнительные исследования воздействия различных энергетических технологий на физическое здоровье человека. Полученные данные позволят выявить технологии добычи, генерации и накопления энергии, оказывающие наиболее негативное влияние на человека (помимо эффектов для окружающей среды или климата), а также интегрировать задачи развития человеческого потенциала в государственные и муниципальные стратегии развития ТЭК. Во-вторых, ключевое значение могут иметь междисциплинарные исследования, объединяющие специалистов-энергетиков и исследователей в области медицины, урбанистики, экономики и экологии. Целью таких междисциплинарных проектов должна стать выработка теории и методологии эффективного размещения объектов ТЭК с точки зрения как экономики, так и развития человеческого потенциала.

Наименее изученными аспектами взаимозависимости низкоуглеродных энергетических технологий и социального человеческого капитала являются каузальные механизмы воздействия этих переменных друг на друга. С одной стороны, между ними была обнаружена четкая корреляция, а с другой — на текущий момент не в полной мере понятно, что является причиной, а что следствием и какие каналы воздействия существуют между ними. Дополнительные исследования этих проблемных вопросов позволят понять общую логику распространения социальных норм, связанных с ответственным поведением в отношении природы и общества, и роль низкоуглеродных энергетических технологий в этих процессах. Это важно для повышения эффективности экологической и климатической политики государства.

Наконец, необходимо углублять и расширять метаанализ существующего корпуса научных работ, посвященных низкоуглеродным энергетическим технологиям. Целью таких исследований должны стать поиск и выявление наиболее актуальных, быстро развивающихся или перспективных сфер низкоуглеродной энергетики. В свою очередь, перспективные направления, выявленные в ходе метаанализа, могут лечь в основу стратегий подготовки специалистов-энергетиков, что позволит адаптировать его под меняющиеся потребности ТЭК.

АВТОРЫ ДОКЛАДА

Лихачев Владимир Львович

Кандидат технических наук, заместитель директора Центра исследования устойчивого развития инфраструктуры Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Лихачева Елизавета Владимировна

Независимый стажер-исследователь Оксфордской программы по развитию лидерства, Оксфордский университет

Макаров Игорь Алексеевич

Кандидат экономических наук, руководитель департамента мировой экономики, заведующий Научно-учебной лабораторией экономики изменения климата факультета мировой экономики и мировой политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Панова Марина Александровна

Директор Центра мониторинга эффективности тарифной политики Института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Проскуракова Лилиана Николаевна

Кандидат политических наук, заведующая Лабораторией исследований науки и технологий Института статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Радаева Ульяна Евгеньевна

Студентка магистерской программы «Управление в сфере науки, технологий и инноваций», Институт статистических ис-

следований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Чистиков Матвей Николаевич

Стажер-исследователь Научно-учебной лаборатории экономики изменения климата факультета мировой экономики и мировой политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Научное издание

**Исследования будущего
для долгосрочного развития
топливно-энергетического комплекса**

Доклад НИУ ВШЭ

Подписано в печать 17.04.2024. Формат 60×88 ¹/₁₆
Гарнитура Newton. Усл. печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,3
Тираж 50 экз. Изд. № 2838

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
Тел.: +7 495 772-95-90 доб. 15285

Отпечатано ООО «Фотоэксперт»
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42