ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЕРИОД ПЕРЕХОДА К НОВОЙ ПАРАДИГМЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В.И. Локтионов¹, Е.А. Локтионова²

¹ Институт систем энергетики имени Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация

² Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
14 сентября 2021 г.

Дата принятия к печати
30 сентября 2021 г.

Дата онлайн-размещения
22 октября 2021 г.

Ключевые слова

Экономико-энергетические системы; сложные системы; устойчивое развитие; устойчивая экономика; устойчивая энергетика

Финансирование

Исследование выполнено в рамках Проекта государственного задания № FWEU-2021-0003 Программы фундаментальных исследований РФ на 2021–2030 гг. (рег. № АААА-А21-121012090014-5), а также при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-010-00204-а «Методология и методы количественной оценки долгосрочного влияния на конъюнктуру региональных энергетических рынков цифровизации экономики и энергетики и увеличения роли активных потребителей и распределенной генерации»)

Аннотация

Энергетические и экономические системы, являясь сложными адаптивными системами, эволюционируют с изменением как внешней, так и внутренней среды. Для формирования эффективной государственной энергетической и экономической политики необходимо, с одной стороны, выявить стимулы, заставляющие изменяться данные системы, а с другой — определить тренды происходящих изменений. Важность данной задачи обусловливается тем, что без ее решения эффективная государственная политика, состоящая в стимулировании положительных адаптационных изменений и коррекции нежелательных изменений, не может быть реализована. Цель исследования заключается в выявлении ключевых характеристик экономико-энергетических систем, а также в обнаружении факторов, оказывающих влияние на их дальнейшее развитие. Применение системного метода позволило дать определение экономико-энергетических систем, рассмотреть особенности их функционирования и развития. В результате проведенного контент-анализа публицистической и научной литературы, посвященной теме устойчивого развития, была разработана пирамида приоритетов социально-экономического развития. Также выявлены актуальные структурные изменения экономико-энергетических систем и определены основные тенденции эволюции структурных связей экономико-энергетических систем в условиях перехода к новой парадигме общественно-экономического развития.

Полученные выводы могут быть использованы для повышения эффективности и рациональности управленческих решений, оказывающих влияние на государственную энергетическую и экономическую политику.

ECONOMIC AND ENERGY SYSTEMS: EVOLUTION OF STRUCTURAL LINKS DURING THE TRANSITION TO A NEW PARADIGM OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

Vadim I. Loktionov¹, Elena A. Loktionova²

¹ Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, the Russian Federation

² Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, the Russian Federation

Article info

Received
September 14, 2021

Abstract

Complex adaptive systems, which are energy and economic systems, evolve with changes in both the external and internal envi-

Accepted
September 30, 2021

Available online
October 22, 2021

Keywords

Economic and energy systems;
complex systems; sustainable
development; sustainable
economy; sustainable energy

Acknowledgements

The article is supported by
the State Assignment Project
No. FWEU-2021-0003 of
the Program of Fundamental
Research of the Russian
Federation for 2021–2030 (reg.
№ AAAA-A21-121012090014-5)
and, partially, by Russian
Foundation for Basic Research
(Project № 20-010-00204-a
«Methodology and methods for
quantity assessment of long-term
impact on the regional energy
markets of the digitalization of
economy and energy and increasing
the role of active consumers and
distributed generation»)

Введение

В рамках анализа функционирования сложных адаптивных систем энергетические и экономические системы традиционно рассматриваются отдельно ввиду того, что они имеют разную природу функционирования. Экономическая система представляет собой сложенную и структурированную совокупность элементов и связей между ними, результатом существования которой является процесс создания и распределения стоимости. Энергетическая же система — это сложенная и структурированная совокупность элементов и связей между ними, результатом существования которой выступает процесс создания, преобразования, транспортировки, распределения и потребления энергии. Экономическая система, состоящая из множества подсистем, связанных с созданием и распределением стоимости, может включать в себя энергетическую систему как подсистему, в рамках которой происходит движение капитала.

Исторически развитие как энергетических, так и экономических систем шло в направлении их все большего технологического, организационного и структурного

усложнения. To form an effective state energy and economic policy, it is necessary, on the one hand, to identify the incentives that make these systems change, and on the other, to determine the trends of the changes taking place. The importance of this task is determined by the fact that without its solution, an effective state policy, consisting in stimulating positive adaptive changes and correcting undesirable changes, cannot be implemented. The purpose of the research is to identify key features of economic and energy systems and also reveal the facts that influence their further development. The use of the systematic approach allowed us to give a definition of economic and energy systems and examine the features of their functioning and development. As a result of the content analysis of publicistic and scientific literature dedicated to sustainable development, a pyramid of priorities for social and economic development was elaborated. Relevant structural changes of economic and energy systems were also revealed and main trends in the evolution of their structural ties in the transition to a new paradigm of socio-economic development were identified.

The obtained results can be used for increasing effectiveness and rationality of management decisions which influence state energy and economic policy.

усложнения. Увеличивалось количество разнородных акторов, появлялись более гибкие и адаптивные подсистемы, усложнялись формализованные институциональные правила взаимодействия между субъектами. Наиболее существенными факторами, определившими динамику и тренды изменения экономических и энергетических систем в последние несколько десятилетий, являются научно-технический прогресс [1–4], а также изменение глобальной парадигмы социально-экономического развития, заключающееся в кардинальной смене приоритетов развития общества во всех аспектах его функционирования [5–8].

Формирование так называемого общества устойчивого развития (sustainable development society) осуществляется в рамках концепции устойчивого развития. Концепция устойчивого развития основывается на идее расширения текущего социально приемлемого потребления без снижения возможностей потребления будущих поколений. Подобное потребление возможно только при развитии производств, оказывающих минимальное отрицательное влияние на окружающую среду (environmentally friendly). При этом

распределение благ современной цивилизации должно осуществляться в рамках эгалитарной концепции всеобщего равенства возможностей. Таким образом, концепция устойчивого развития имеет два критерия, налагающих некоторые ограничения на развитие производственных и организационных структур, а именно способ распределения имеющихся благ цивилизации и влияние текущего производства на окружающую среду и будущие поколения.

Активное развитие и внедрение новых информационных технологий приводят к тому, что структурные и организационные изменения в рамках функционирующих энергетических систем неизбежно ведут к эволюционным изменениям в структурах экономических систем (что особенно актуально для такой страны, как Россия, где топливно-энергетический комплекс является одной из основных отраслей народного хозяйства). Поскольку устойчивое социально-экономическое развитие не может быть обеспечено без становления устойчивой энергетики, представляющей собой совокупность экологически дружелюбных функциональных энергетических систем разного уровня организации и их взаимосвязей [9], новая парадигма социально-экономического развития (т.е. парадигма устойчивого развития) создает необходимость рассматривать экономические и энергетические системы как единое целое.

Развитие процессов глобализации и быстрое расширение сферы международного сотрудничества в виде появления и функционирования новых глобальных цепочек создания стоимости также стимулируют эволюционные процессы в локальных экономических и энергетических системах и создают стимулы для их рассмотрения в рамках единых экономико-энергетических систем.

Экономико-энергетическая система, таким образом, представляет собой сложную социально-экономическую систему нового типа, характеризующуюся наличием уникальных акторов и взаимосвязей, целью существования которой является создание стоимости на основе использования зеленой энергии без снижения производственных и иных возможностей будущих поколений. Цель данной статьи — выявить ключевые характеристики данных систем, определяющие их дальнейшее развитие, и очертить методологическую рамку исследования происходящих процессов с целью дальнейшего совершенствования инструментария управляющего воздействия на них.

Изменение парадигмы социально-экономического развития как драйвер эволюции экономико-энергетических систем

В контексте настоящего исследования в целях анализа эволюции экономико-энергетических систем необходимо отметить следующую особенность формирования новой парадигмы социально-экономического развития.

До недавнего времени глобальные переходы от одного экономического уклада к другому осуществлялись в рамках внутренней логики диалектического развития общественных и экономических систем, согласно которой противоречия, накапливаясь в рамках существующей системы, приводят к кризисам, снимающим данные противоречия в процессе революционной трансформации самой системы. Эволюционные процессы были связаны с появлением и внедрением новых технологий, ролевыми изменениями акторов, а также возникновением новых межсистемных связей, а революции (т.е. переход системы к новому состоянию, соответствующему изменившейся среде) происходили как необходимый этап процесса развития экономических, энергетических и социальных систем. Особенность текущего перехода к новому устойчивому состоянию вызвана тем, что деятельность крупных акторов (включая государство), направленная на формирование устойчивой энергетики и экономики, обусловлена не некими объективными и насущными противоречиями в рамках существующей стратегии развития систем, а в большей степени когнитивной революцией, т.е. кардинальным изменением картины мира, определяющей цели развития и направления приложения усилий как индивидов, так и государств.

В традиционной модели общественно-экономического развития топливно-энергетический комплекс — отрасль экономики, которая потребляет продукцию других отраслей, одновременно выступая производителем товара (энергии), используемого всеми другими отраслями. Глубокая интеграция топливно-энергетического комплекса в структуры экономики определялась всеобщностью использования его конечного продукта — энергии.

Являясь ключевой отраслью всей мировой экономики и составляя основу современного общества, традиционная энергетика представляет собой отрасль, максимально не соответствующую принципам устойчивого развития вследствие потребления невозобновляемых природных ресурсов и загрязнения окружающей среды в процессе производства и транспортировки энергии. Именно поэтому изменение парадигмы

социокультурного развития общества, выразившееся в формировании принципов устойчивого развития, началось с технологических и организационных изменений, направленных на становление устойчивой энергетики.

В процессе перехода к парадигме устойчивого развития энергетические системы становятся не просто источником необходимой энергии, а драйвером развития институтов и организационных структур управления социально-культурными и технологическими системами. Именно в рамках функционирования энергетических систем появились зеленые финансы — важнейший инструмент финансирования процессов становления устойчивой энергетики, впоследствии начавший использоваться для финансирования всех зеленых проектов, в том числе не связанных непосредственно с процессом добычи, транспортировки, распределения и потребления энергетических ресурсов.

Поскольку принципы устойчивого развития не могут быть воплощены в жизнь без становления устойчивой энергетики, а устойчивая энергетика бессмысленна (т.е. не оправдана экономически) без формирования устойчивого общества, в процессе становления последнего энергетические системы начинают играть роль драйвера социально-экономического развития, обеспечивая экономику не только энергией, но и новыми организационными структурами.

Уникальность текущих изменений в том, что естественные трансформационные процессы, связанные с развитием новых технологий и институциональной среды, приспособляются к новой картине мира. В то же время взаимное влияние внутренних (естественных) и условно внешних (вызванных когнитивной революцией) процессов дает обществу новые возможности для создания более устойчивых и адаптивных экономико-энергетических систем, учитывающих интересы всех участников социального и экономического взаимодействия.

Идеи Ф. Доббина как основа методологического подхода к анализу эволюции экономико-энергетических систем

Для оценки влияния изменения картины мира на эволюцию структурных связей экономико-энергетических систем был использован методический инструментарий эволюционной экономики, раскрытый в работах Ф. Доббина.

Изучив процесс становления промышленной политики в области железнодорожного транспорта во Франции, США и Великобритании, Ф. Доббин анализирует опыт применения противоположных по сути экономических и административных инструментов для

достижения одной и той же цели — развития сетей железных дорог. Так, в США в первой половине XIX в. полагались на активность предпринимателей и местных органов власти. С течением времени административный подход эволюционировал: для финансирования нового строительства с сохранением полного управленческого контроля над дорогами у частных компаний стал использоваться инструмент объединения капитальных ресурсов федеральных властей и предпринимателей. Во Франции ключевым ориентиром, определяющим формирование промышленной политики, было сохранение государством полного контроля над железными дорогами (вплоть до проектирования направлений железных дорог, осуществляемого корпусом государственных инженеров). Предприниматели же выступали только как источники софинансирования, которым государством гарантировался возврат на инвестиции.

На основе проведенного анализа Ф. Доббин сделал вывод о том, что когнитивная картина мира, присущая тому или иному обществу или целому государству, влияет на формирование промышленной и экономической политики. Его исследования позволяют выделить следующие вопросы, изменение ответов на которые в результате трансформации парадигмы социально-экономического развития приводит к смене государственной промышленной (в том числе энергетической) и частной управленческой политики:

1. Как должны быть устроены экономические и энергетические системы? Как оценить эффективность их функционирования?
2. Какие целевые показатели преследуются обществом в рамках новой картины мира?
3. Какие средства допустимы и желательны для достижения этих целевых показателей?

Динамика ответов на приведенные выше вопросы в контексте транзита к устойчивой экономике и энергетике приведена в таблице.

Из таблицы видно, что радикальная смена парадигмы общественно-экономического развития, приводя по цепочке причинно-следственных связей к смене приоритетов развития и изменению поведения крупных акторов (включая государство), обуславливает эволюционные изменения структурных связей экономико-энергетических систем. Далее мы подробно рассмотрим приведенные выше характеристики функционирования общественно-экономических систем и определим направления дальнейшей эволюции экономико-энергетических систем в период перехода к устойчивой энергетике в контексте появления новых акторов и формирования новых структурных связей.

Некоторые характеристики функционирования общественно-экономических систем, определяемые преобладающей когнитивной картиной мира

Классическая парадигма социально-экономического развития	Парадигма устойчивого развития
<i>Сущность эффективности функционирования системы</i>	
Обеспечение наибольшего производства товаров и услуг при полной занятости ресурсов общества	Обеспечение текущих потребностей общества без снижения возможностей потребления будущих поколений
<i>Критерии достижения оптимального состояния общества</i>	
Расширение производства; рост дохода на душу населения; относительное снижение воздействия на окружающую среду	Рост равенства доходов; рост медианного дохода; снижение абсолютных показателей воздействия на окружающую среду; снижение уровня бедности; сокращение межстрановых различий; повышение продолжительности жизни
<i>Приемлемые инструменты воздействия на систему</i>	
Приоритет косвенных методов управления в государственной экономической политике над прямыми	Активное использование государственного аппарата для перераспределения доходов в пользу субъектов, деятельность которых отвечает критериям устойчивого развития; активное межстрановое взаимодействие для координации политики в области становления устойчивой энергетики; государственно-частное партнерство по продвижению идей социально ответственного поведения

Концепция эффективности экономико-энергетических систем

Главным результатом исследований Ф. Доббина, на наш взгляд, является обоснование тезиса о том, что когнитивная картина мира, присущая обществу, определяет содержание концепции экономической эффективности, а также допустимость и рациональность тех или иных средств и методов достижения поставленной цели.

В рамках классической парадигмы социально-экономического развития эффективность функционирования экономической системы определяется уровнем возврата на вложенный капитал (т.е. ее рентабельностью), а также динамикой ее экстенсивного расширения (чем выше темп роста объемов реального производства, тем лучше). Устойчивость и оптимальность экономической системы рассматриваются с позиции ее способности в условиях стресса, неопределенности и возмущений сохранять стабильный рост производственных и качественных показателей. Данная концепция эффективности охватывает и другие цели развития экономических систем, как то равномерность распределения доходов в обществе, национальная безопасность и др., однако все эти цели рассматриваются как подчиненные основным целям стабильного роста.

Из глобальной экономической эффективности следовало понимание эффективности функционирования энергетических систем как организационных и технологических структур, отвечающих за добычу, переработку, транспортировку, передачу и потребление энергии экономикой. Эффективность

энергетической системы в рамках классического подхода может быть охарактеризована показателем «возврат энергии на инвестиции (EROI)», отражающим отношение количества полученной энергии к количеству затраченной энергии. Рост данной эффективности энергетической системы обеспечивается внедрением новых технологических и организационных инноваций.

Описанный подход к эффективности экономических и энергетических систем является основой современной экономической науки. Однако в настоящее время в рамках парадигмы устойчивого развития уже полностью теоретически оформился новый подход к эффективности экономических и энергетических систем. Этот подход уже институционализируется в виде создания организационных структур в рамках международных организаций, которые напрямую заявляют целью своего существования продвижение, внедрение и теоретическое развитие концепции устойчивого развития и связанного с ним изменения когнитивной картины мира.

В рамках новой парадигмы эффективность функционирования экономической и энергетической систем, по сути, представляет собой одно и то же, что позволяет говорить о целесообразности оценки эффективности единой экономико-энергетической системы как организационной и производственной сети взаимодействий, отвечающей и за создание и движение энергии, и за создание и движение стоимости. В рамках устойчивого общественно-экономического развития создание стоимости, создание и потребление энергии и обеспечение социальной

справедливости сливаются в один процесс, где главной целью становится социальное и экологическое благополучие человека. Происходит, с одной стороны, расширение, а с другой — смещение наполнения понятия «благополучие человека». Совершается отход от благополучия, понимаемого как экстенсивное увеличение количества доступных и потребляемых товаров и услуг, к социальному благополучию, которое наряду с доступом индивида к товарам включает в себя психологический комфорт, доступ к медицине, благам цивилизации, а также к недеградирующей экологической среде.

Социальное благополучие, которое в рамках новой парадигмы не может быть достигнуто вне роста равенства в обществе, и устойчивость окружающей среды становятся центральным моментом оценки эффективности функционирования экономико-энергетической системы. Такие критерии эффективности, как рентабельность инвестиций, возврат энергии на инвестиции, темп экономического роста, не отменяются, но приобретают подчиненное положение. Даже само этическое оправдание данных критериев становится возможным только в рамках достижения главных целей устойчивого развития. А сам экономический рост, приводящий к увеличению неравенства в обществе, получает общественное порицание, что в настоящее время можно наблюдать в США и странах Европы.

В целях анализа эффективности функционирования экономико-энергетических систем и повышения обоснованности использования инструментов государственной энергетической и экономической политики на основе

контент-анализа публицистической и научной литературы, посвященной теме устойчивого развития, авторами была составлена пирамида приоритетов социально-экономического развития (рис. 1).

Согласно рис. 1, исходным критерием отбора вариантов развития общества является сохранение и улучшение экологической обстановки и биоразнообразия. При разработке программ социально-экономического развития из всего пула альтернативных вариантов развития общества и экономики отбирается множество альтернатив, которые более или менее соответствуют критериям базового блока (нижний). Из полученного множества отбирается совокупность альтернатив, соответствующих критерию роста равенства доходов (или отсутствия роста неравенства). Далее отбираются те варианты, которые способствуют росту качества жизни. И только на последнем этапе те варианты или крупномасштабные проекты, которые соответствуют критериям экономической эффективности, принимаются к реализации¹.

Каждый блок приоритетов развития, отраженный на рис. 1, формирует целое множество количественных или качественных технических, экономических, экологических и социальных показателей и коэффициентов, используемых при решении текущих задач управления системой либо в процессе от-

¹ Следует отметить, что раньше пирамида выглядела наоборот. Исходным критерием отбора вариантов развития общества был критерий экономической эффективности, и только на последнем этапе проекты оценивались по критерию экологической приемлемости. Часто этот этап существовал лишь декларативно, и фактически его пропускали [10].

Рис. 1. Пирамида приоритетов социально-экономического развития в рамках парадигмы устойчивого развития

бора принимаемых к реализации проектов. Например, в рамках борьбы с изменением климата одним из основных показателей экологической приемлемости того или иного проекта или портфеля проектов является совокупный объем выбросов углекислого газа. В рамках решения задачи сохранения экологически чистого окружения анализируются абсолютные объемы выбросов тяжелых металлов и пр.

Демаркационная линия, отделяющая блоки приоритетов, используемых для отбора направлений социально-экономического развития, от блоков, используемых для выбора конкретных проектов, проходит по блоку «Рост качества жизни населения». Это обстоятельство связано с тем, что качество жизни населения включает в себя как качественные приоритеты, относящиеся к парадигме устойчивого развития (удовлетворенность жизнью, уровень безопасности, продолжительность жизни и пр.), так и количественные показатели удельного объема потребления товаров и услуг.

Анализ литературы, посвященной оценке эффективности экономических и энергетических систем на этапе формирования общества устойчивого развития, показал, что на новом этапе социально-экономического развития происходит размытие понятия эффективности [11]. Можно заключить, что в процессе своего эволюционного развития концепция эффективности прошла от этапа размытости в эпоху меркантилизма к более точному и математически описываемому содержанию в условиях индустриальной экономики и вновь к размытию данного понятия уже в рамках парадигмы устойчивого развития.

Актуальные структурные изменения экономико-энергетических систем

Эффективность и рациональность управленческого решения определяются соответствием принимаемых к реализации стратегий достигаемой цели, конструируемой в рамках существующей когнитивной картины мира [12]. Появление новой рациональности принятия управленческих решений (и, соответственно, появление новых критериев эффективности функционирования систем) определяет возникновение новых структурных связей между элементами систем, а также эволюцию уже устоявшихся сетевых связей между акторами. Следует отметить, что изменение структурных связей между акторами происходит в рамках взаимоусиливающихся процессов естественной эволюции систем в ответ на изменения внутренней и

внешней среды, а также (что является особенностью текущего трансформационного процесса) в условиях сознательно выбираемого и продвигаемого перехода к новой парадигме социально-экономического развития.

Новые структурные связи можно сгруппировать следующим образом:

- появление новых акторов, усиливающих свое социальное и экономическое влияние не за счет конкурентных преимуществ перед уже функционирующими акторами, а за счет того, что результаты их деятельности (социальные, экологические и технические) имеют ценностное преимущество в рамках новой картины мира;

- появление новых акторов и структурных связей, обусловленных развитием информационных технологий, меняющих иерархические структуры устоявшихся энергетических рынков в результате изменения относительной эффективности различных производственных отношений;

- появление и активное развитие международных групп сотрудничества, создаваемых для достижения целевых показателей устойчивого развития, что вносит изменения в организационные структуры глобальной экономико-энергетической системы.

Наиболее очевидным примером усложнения структуры экономико-энергетической системы стало появление двух новых акторов: просьюмеров и квазисубъекта «будущие поколения».

Термин «просьюмер» (prosumers) был впервые предложен Э. Тоффлером в его книге «Третья волна». Он образован от двух слов: producer (производитель) и consumer (потребитель). Соответственно, просьюмер представляет собой субъекта, потребляющего товары и услуги, представленные на рынке, и активно участвующего в процессе проектирования и производства потребляемых им товаров и услуг [13]. Концепция просьюмера получила свое дальнейшее применение в области исследования функционирования энергетических систем, где данный термин стал обозначать субъекта энергетического рынка, который, являясь нетто-потребителем энергии, в какие-то периоды может выдавать в единую сеть (продавать) излишки имеющейся у него электроэнергии. То есть просьюмер потребляет, производит на своей территории и продает электроэнергию, притом что эта деятельность не является его основной коммерческой или профессиональной деятельностью. Термин «просьюмер» в настоящее время вытесняет аналогичный по содержанию термин «активный потребитель».

Появление просьюмеров как новых и равноправных субъектов энергетического рынка сулит многочисленные выгоды: сокращение выбросов углерода; распространение возобновляемых источников энергии; повышение эффективности энергетической системы в целом; появление новых возможностей для ведения бизнеса, что в целом стимулирует экономический рост; обеспечение доступа к электроэнергии в удаленных районах; усиление конкуренции на рынке электроэнергии; повышение надежности и устойчивости энергетических систем.

В то же время, при всех достоинствах присутствия просьюмеров на рынке, их появление и активное распространение ведут к дестабилизации на рынке электроэнергии в период образования новых устойчивых структур взаимодействия, а также к возникновению технических и организационных проблем в электроэнергетической системе (например, в области решения технологических проблем присоединения просьюмера к сетям электроэнергетической системы). Появляясь на рынке, просьюмеры сталкиваются с инерционностью развития институциональной среды энергетических рынков, поскольку технические и организационные согласования требуют проведения обширной экспертной работы как на уровне правительства, так и на уровне менеджеров компании.

Вместе с просьюмером в новую систему взаимодействия в рамках экономики-энергетической системы входит квазисубъект «будущие поколения». Будущие поколения являются квазисубъектом, поскольку они не

представляют собой центр принятия решений, не владеют никаким имуществом и не совершают никаких экономических транзакций. Однако их интерес все же присутствует в общественно-политическом дискурсе и оказывает влияние на формирование сетей взаимодействия между фактическими субъектами энергетического рынка. Проводником интересов будущих поколений становится государство, которое должно находить и поддерживать посредством реализуемой экономической и социальной политики баланс интересов между будущими и текущими поколениями. В каком-то смысле будущие и текущие поколения имеют конфликт интересов, поскольку большое потребление в настоящее время означает уменьшение ресурсов и возможностей удовлетворения потребностей в будущем. Этот конфликт интересов должен быть разрешен в рамках перехода к устойчивой модели развития, когда текущее потребление не снижает возможностей потребления в будущем. Однако сам переход связан с финансовыми и ресурсными затратами, появлением конфликта интересов в рамках текущей организации общества, а также обострением межстрановых конфликтов. Все множество проблем, возникающих с переходом к модели устойчивого развития, должно решаться на уровне межправительственных взаимодействий. Таким образом, появление новых двух субъектов энергетического рынка приводит к нестабильности организационных структур экономики-энергетических систем и к их дальнейшей эволюции. На рис. 2 и 3

Рис. 2. Сети взаимодействия элементов экономики-энергетической системы до появления просьюмеров и квазисубъекта «будущие поколения»

Рис. 3. Сети взаимодействия элементов экономико-энергетической системы после появления проьюмеров и квазисубъекта «будущие поколения»

представлены сети взаимодействия в рамках экономико-энергетической системы до и после появления двух упомянутых новых субъектов.

Экономические и энергетические системы находятся на стадии активных изменений, поскольку общество только входит в период достижения нового социально-экономического равновесия, определяемого устойчивыми связями между субъектами рынков, которые воспроизводят себя через функционирование формальных и неформальных институтов. Изучая динамику развития рынков, Н. Флигстин замечает, что рынки (как и экономические системы в целом) достигают своего устойчивого состояния, когда возникают самовоспроизводящиеся паттерны стабильного взаимодействия между акторами, при котором крупнейшие субъекты взаимодействия успешно воссоздают свое положение в статусной иерархии данной системы [14]. Появление новых акторов (в частности, проьюмеров) приводит к дестабилизации сложившихся устойчивых энергетических рынков. А ужесточение экологических требований к энергетическому производству как отражение функции защиты государством интересов будущих поколений понижает экономическую эффективность устоявшихся крупных игроков. В результате все субъекты экономико-энергетической системы прихо-

дят в состояние активного поиска как своего места в новой иерархической структуре, так и механизмов взаимодействия с новыми акторами.

Новые акторы (такие, например, как субъекты малой возобновляемой электроэнергетики) вступают в рыночный и организационный конфликт с крупными производителями электроэнергии. Новые технологии, в особенности новые информационные технологии, позволяют существовать малым производителям энергии, которые, имея доступ к сетям передачи электроэнергии, могут выходить на уровень рентабельности и стабильного функционирования. В своих рекламных кампаниях эти малые производители делают упор на то, что, покупая их электроэнергию, потребители тем самым помогают бороться с изменениями климата (за счет снижения выбросов парниковых газов). В ответ на это традиционные производители электроэнергии пытаются, с одной стороны, интегрировать малую возобновляемую энергетику в свои структуры, а с другой стороны, производя отчисления на борьбу с изменением климата или разработку и внедрение очистительных механизмов, смещают дискурс своего развития в направлении устойчивого развития.

Согласно терминологии Н. Флигстина, происходит кризис старой статусной иерархии энергетического рынка и образование

новых устойчивых сетей взаимодействия между субъектами рынка. Будет ли сформирован новый глобальный рынок энергии, на котором малые производители будут играть заметную роль? Или рынок после «встряски» вернется к своему текущему состоянию, когда полностью доминируют транснациональные крупные энергетические компании, определяющие динамику рынка? Пока неизвестно. Противостояние между малыми и крупными производителями энергии только набирает обороты в мире.

Выводы

В результате нашего исследования были выделены следующие тенденции эволюционного развития экономико-энергетических систем:

1. Новые критерии устойчивого развития, применяемые при разработке разного рода стратегий, в сочетании с быстрым развитием новых технологий приводят к тому, что структурные связи становятся неустойчивыми и быстро меняющимися. Новые технологии вывели на уровень окупаемости, а затем на уровень экономической эффективности различные способы производства энергии на базе малой распределенной возобновляемой генерации (например, технологии Smart Grid).

2. Разрыв жестких связей внутри системы за счет возникновения более гибких альтернатив взаимодействия, перманентное появление и внедрение новых технологий, а также ужесточение конкуренции на энергетических рынках приводят к росту неопределенности функционирования экономико-энергетических систем. Стандартная модель развития энергетических систем развитых стран в XX в. заключалась в создании централизованной системы производства и потребления энергии, предполагающей наличие крупных производителей и крупных потребителей энергии (в частности, электроэнергии).

Ввиду технологических и организационных особенностей подобные централизованные энергетические системы являлись весьма инерционными, что выражалось в том, что тренды их развития формировались и реализовывались в течение десятилетий. В новую эпоху устойчивого развития энергетические системы изменяются значительно быстрее. Они стали менее инерционными, что приводит к росту неопределенности и волатильности на глобальном и локальных рынках энергетических ресурсов, значительно снижая прогностические возможности моделей прогнозирования. В этих условиях центральным моментом в энергетической и

экономической политике становится не выработка жесткой стратегии развития энергетической отрасли на основе целевых показателей введения мощностей с определенными характеристиками, а стимулирование создания гибких механизмов функционирования экономико-энергетических систем, которые позволят системам быстро адаптироваться к меняющимся условиям, а также к повышающимся экологическим требованиям, что происходит в рамках внедрения принципов устойчивого развития.

3. Усиливается роль финансовых институтов в организации финансирования инвестиций в ТЭК. Активное развитие зеленых финансов, нацеленных на финансирование инвестиционных проектов, соответствующих критериям парадигмы устойчивого развития, ввело новых акторов в сеть взаимодействий субъектов энергетического рынка. Зеленые финансы, изначально поддерживаемые правительствами стран ввиду низкой экономической эффективности зеленых инвестиций, в настоящее время стали активно развиваться самостоятельно, влияя на динамику развития различных субъектов энергетического рынка. Данные финансовые институты ускоряют процесс выхода на энергетический рынок новых субъектов и снижают конкурентные преимущества крупных производителей энергетических ресурсов, использующих традиционные ресурсы.

4. Происходит перераспределение значимости отдельных акторов глобальной экономико-энергетической системы. Те страны, которые не внедряют принципы устойчивого развития и не стараются перейти к устойчивой энергетике, обрекают себя на отставание от стран-лидеров.

В контексте сказанного можно отметить, что данная тенденция особенно важна для России. В нашей стране в настоящее время существует ряд объективных и субъективных причин, которые «цементируют» сложившуюся структуру и иерархию взаимодействий между субъектами энергетического рынка, препятствуя изменениям.

Исторически сложилось, что в России топливно-энергетический комплекс развивался в направлении образования крупных технологически единых субъектов энергетического рынка с жесткими межсистемными связями, что создало к настоящему моменту эффект запретительно высоких издержек создания альтернативных структур организационного и технологического управления множеством независимых и разбросанных по территории страны производителей энергии. За счет эф-

фекта масштаба уже осуществленные крупномасштабные инвестиции в развитие традиционных производителей энергии делают их экономически и технологически эффективными по сравнению с малой генерацией, что создает барьер для появления и активного развития новых субъектов энергетического рынка.

Важной субъективной причиной стабильности существующих структур экономико-энергетических систем являются государственные приоритеты развития экономики и топливно-энергетического комплекса.

Правительство России видит перспективы развития энергетики страны преимущественно в развитии уже существующих энергетических компаний, а межсистемные связи строятся на основе производительной возможности крупных производителей энергии. Малая возобновляемая электроэнергетика упоминается в стратегических программах развития отрасли и экономики в целом, но это развитие предполагается в относительно небольших объемах и только как дополнение к развитию основных и устойчивых статусных иерархий на рынке энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Foster J. From Simplistic to Complex Systems in Economics / J. Foster // Cambridge Journal of Economics. — 2005. — Vol. 29, iss. 6. — P. 873–892.
2. Dopfer K. The General Theory of Economic Evolution / K. Dopfer, J. Potts. — London : Routledge, 2007. — 152 p.
3. Beinhocker E.D. The Origins of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics / E.D. Beinhocker. — Boston : Harvard Business Review Press, 2006. — 544 p.
4. Бреннер Р. Экономика глобальной турбулентности: развитие капиталистической экономики в период от долгого бума до долгого спада, 1945–2005 / Р. Бреннер. — Москва : Высш. шк. экономики, 2014. — 552 с.
5. Dresner S. The Principles of Sustainability / S. Dresner. — London : Earthscan, 2008. — 205 p.
6. Lafferty W.M. Implementing Sustainable Development: Strategies and Initiatives in High Consumption Societies / W.M. Lafferty, J. Meadowcroft. — London : Oxford Univ. Press, 2000. — 544 p.
7. Ikerd J. The Essentials of Economic Sustainability / J. Ikerd. — Sterling : Stylus publishing, 2012. — 150 p.
8. Тироль Ж. Экономика для общего блага / Ж. Тироль. — Москва : Изд-во Ин-та Гайдара, 2020. — 696 с.
9. Локтионов В.И. Россия на пути к устойчивой энергетике / В.И. Локтионов. — DOI 10.24891/ni.14.4.725 // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2018. — Т. 14, № 4. — С. 725–740.
10. Мокир Дж. Просвещенная экономика: Великобритания и промышленная революция 1700–1850 гг. / Дж. Мокир. — Москва : Изд-во Ин-та Гайдара, 2017. — 792 с.
11. Сандмо А. Экономика: история идей / А. Сандмо. — Москва : Изд-во Ин-та Гайдара, 2019. — 552 с.
12. Доббин Ф. Формирование промышленной политики: Соединенные Штаты, Великобритания и Франция в период становления железнодорожной отрасли / Ф. Доббин. — Москва : Изд. дом ВШЭ, 2013. — 368 с.
13. Тоффлер Э. Третья волна / Э. Тоффлер. — Москва : АСТ, 2009. — 800 с.
14. Флигстин Н. Архитектура рынков: экономическая социология капиталистических обществ XXI века / Н. Флигстин. — Москва : Изд. дом ВШЭ, 2013. — 392 с.

Информация об авторах

Локтионов Вадим Ильич — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института систем энергетики имени Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: vadlok@mail.ru.

Локтионова Елена Александровна — кандидат экономических наук, доцент Байкальского института БРИКС Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: loktionova_ea@mail.ru.

Для цитирования

Локтионов В.И. Экономико-энергетические системы: эволюция структурных связей в период перехода к новой парадигме социально-экономического развития / В.И. Локтионов, Е.А. Локтионова. — DOI 10.17150/2500-2759.2021.31(3).303-313 // Известия Байкальского государственного университета. — 2021. — Т. 31, № 3. — С. 303–313.

Authors

Vadim I. Loktionov — Ph.D. in Economics, Senior Researcher, Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: vadlok@mail.ru.

Elena A. Loktionova — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Baikal School of BRICS, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: loktionova_ea@mail.ru.

For Citation

Loktionov V.I., Loktionova E.A. Economic and Energy Systems: Evolution of Structural Links During the Transition to a New Paradigm of Socio-Economic Development. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2021, vol. 31, no. 3, pp. 303–313. DOI: 10.17150/2500-2759.2021.31(3).303-313. (In Russian).