

DOI: 10.18721/JE.12608
УДК 338.49

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ РЕГИОНА

А.Г. Дьячков

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Рассматривается развитие и формирование инфраструктурного электроэнергетического комплекса в сопряжении с развитием экономического пространства, его свойствами и конфигурацией. Объект исследования – инфраструктурный электроэнергетический комплекс РФ. Цель статьи – исследование процессов формирования и развития электроэнергетического комплекса в экономическом пространстве региона. Задачи исследования: 1. Выделить наиболее значимые этапы в развитии инфраструктурного электроэнергетического комплекса РФ в сопряжении с изменениями в экономическом пространстве. 2. Проанализировать современное состояние развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ. 3. Выявить перспективные направления развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ. Гипотеза исследования состоит в том, что развитие инфраструктурного электроэнергетического определяет изменения территориальной организации, оказывая влияние на развитие экономического пространства и его свойства. Систематизированы этапы формирования и развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ на основе организационно-экономических и технологических параметров, что позволило выделить наиболее значимые достижения технического и технологического развития электроэнергетики, влияющие на свойства экономического пространства и проявляющиеся в формировании инфраструктурного энергетического каркаса территории. Проведен анализ пространственного развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в разрезе ОЭС России на основе показателей динамики и структуры установленной мощности электростанций объединенных энергосистем и ЭЭС России, территориальной структуры потребления электрической энергии, что позволило выявить неравномерность пространственного распределения установленной мощности электростанций объединенных энергосистем, возможности пространственной сбалансированности ее динамики и структуры. Определена специфика современного этапа развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ, определяющаяся формированием новой технологической парадигмы, развитием цифровой экономики. Выявлены наиболее значимые современные задачи развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса, повышения его сбалансированности на основе обеспечения доступности электроэнергии для потребителей, эффективности обеспечения энергией, переходе к активно-адаптивной интеллектуальной электроэнергетике, росте уровня энергообеспечения населения до общемировых показателей, цифровой трансформаций электросетевой инфраструктуры.

Ключевые слова: регион, электроэнергетический комплекс, региональное развитие, экономическое пространство, инфраструктурный комплекс.

Ссылка при цитировании: Дьячков А.Г. Формирование и развитие инфраструктурного электроэнергетического комплекса в экономическом пространстве региона // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 6. С. 93–103. DOI: 10.18721/JE.12608

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

FORMING AND DEVELOPING ELECTRIC POWER INFRASTRUCTURE IN REGIONAL ECONOMIC SPACE

A.G. Dyachkov

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

We have considered the formation and development of the electric power infrastructure together with development of economic space, its properties and configuration. The object of study is the electric power infrastructure of the Russian Federation. The goal of the article is to study the formation and development of the electric power infrastructure in the regional economic space. The study had the following objectives: 1. Determine the most significant stages in the development of the electric power infrastructure of the Russian Federation together with changes in the economic space. 2. Analyze the current state of development of the electric power infrastructure in the Russian Federation. 3. Identify promising directions for development of the electric power infrastructure in the Russian Federation. The research hypothesis is that developing electric power infrastructure governs the changes in territorial organization, influencing the development of economic space and its properties. We have systematized the stages of formation and development of electric power infrastructure in the Russian Federation on the basis of organizational, economic and process variable parameters. We have identified the most significant achievements of technological development of the power generating industry, which influence the economic space properties and manifest in the formation of the territorial infrastructural power frame. We have analyzed the spatial development of the electric power infrastructure complex in the context of the Unified Energy System of Russia based on indicators of dynamics and structure of installed capacity of the power plants of combined energy systems and the Unified Energy System of Russia, and the territorial structure of electricity consumption. The research points to uneven spatial distribution of the installed generating capacity of power stations united by common power grids. We have pointed out the possibilities of balancing the dynamics and structure of the installed capacity. We have found that the evolution of territorial development of the electric power infrastructure is directed towards separation of manufacturing facilities, specialization and component interconnection on the basis of distributed power generation. We have identified the specific features of the modern stage of electric power infrastructure developing in Russia; it is defined by a new technology paradigm forming, digital economy development. In addition, the paper reveals the most significant modern problems in the development of the electric power infrastructure, increasing its balance by providing accessible electric power for consumers, power supply efficiency, transition to active and adaptive smart electric power, increasing the power supplied to the population to global standards, digital transformation of the electrical grid infrastructure. We believe that promising directions for development of the electric power infrastructure are expanding cooperation between the main stakeholders in implementing infrastructure development projects.

Keywords: region, electric power complex, regional development, economic space, infrastructure complex

Citation: A.G. Dyachkov, Forming and developing electric power infrastructure in regional economic space. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 12 (6) (2019) 93–103. DOI: 10.18721/JE.12608

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение. Формирование и функционирование инфраструктурного электроэнергетического комплекса неразрывно связано с экономическим пространством, формированием региональной специализации, обеспечением его интеграции и связанности.

Реализация функций инфраструктурного электроэнергетического комплекса в экономическом пространстве определяет размещение новых и/или трансформацию старых объектов на территории; динамику межрегиональной дифференциации уровня инфраструктурного обеспечения; изменение конфигурации территории. В соответствии со Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. (распоряжение Правительства РФ № 207-р от 13.02.2019 г.) развитие электроэнергетического комплекса становится важнейшим приоритетом регионального управления, укрепления устойчивости и целостности экономического пространства РФ.

Наиболее значимые для нашего исследования теоретические и методологические вопросы организации инфраструктурного комплекса в экономическом пространстве рассматривали в своих работах Н.Н. Баранский, Н.В. Зубаревич, Н.Н. Колосовский, А.С. Новоселов, В.И. Самаруха, Ю.Г. Саушкин, И.Ф. Чернавский, С.И. Яковлева и др.

Изучению эволюции инфраструктурного комплекса в пространстве региона на этапе индустриализации и неиндустриализации посвящены работы А.Ю. Даванкова, Ю.Г. Лаврикова, Е.Г. Анимица, Е.Б. Дворядкина, Н.В. Новикова, Я.П. Силина.

Формирование и развитие электроэнергетической инфраструктуры как фактора роста экономики региона глубоко раскрываются в работах Н.Н. Булатовой, В.А. Кокшарова, В.П. Сорокина и др.

Вопросы обеспечения устойчивого функционирования и развития электроэнергетического комплекса Российской Федерации рассматриваются в работах А.А. Гибадуллина.

Исследования указанных авторов внесли существенный вклад в изучение различных аспек-

тов функционирования инфраструктурного электроэнергетического комплекса РФ, при этом вопросы формирования и пространственного развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в условиях структурных, управленческих, организационных трансформаций остаются недостаточно изученными. Объект исследования – инфраструктурный электроэнергетический комплекс РФ. Цель статьи состоит в исследовании процессов формирования и развития электроэнергетического комплекса в экономическом пространстве региона. Задачи исследования включают:

1. Выделить наиболее значимые этапы в развитии инфраструктурного электроэнергетического комплекса РФ в сопряжении с изменениями в экономическом пространстве.
2. Проанализировать современное состояние развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ.
3. Выявить перспективные направления развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве РФ.

Методика исследования. Развитие электроэнергетической инфраструктуры в РФ можно отнести к середине XVIII века, когда появилась потребность в электроэнергетическом обеспечении городского развития (освещение улиц, работа электрического транспорта), что вызвало появление электростанций и иностранные инвестиции в российскую электроэнергетику. Зарождение собственно электроэнергетики в России происходило несколько позже – в конце XIX века [6].

Гипотеза исследования состоит в том, что развитие инфраструктурного электроэнергетического комплекса определяет изменения территориальной организации, оказывая влияние на развитие экономического пространства и его свойства.

Систематизируем этапы формирования и развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве России, выделим технологические достижения и пространственные особенности (табл. 1).

Таблица 1

Основные этапы развития отечественного инфраструктурного электроэнергетического комплекса в XX-XXI вв.

The main stages of development of the domestic electric power infrastructure complex in the in the 20th and 21st centuries

Период, годы	Организационно-экономическое развитие инфраструктурного электроэнергетического комплекса	Пространственное развитие инфраструктурного электроэнергетического комплекса
1921–1931	Разработка и реализация Плана ГОЭЛРО. Опережающее развитие энергетики. Развитие централизованного энергоснабжения.	Концентрация производства электроэнергии, централизация электроснабжения, создание и развитие энергосистем, формирование единой энергетической системы
1941–1950	Разрушение 60 электростанций, сокращение установленной мощности в 2 раза (1941 г.). Восстановление показателей установленной мощности и объема производства электроэнергии довоенного уровня к 1946 г.	Перебазирование промышленности на восток СССР, быстрое развитие энергетики Урала, Западной Сибири, Поволжья и других районов страны
1951–1965	Начало формирования Единой энергосистемы. Появление объединенных энергосистем. Строительство атомных электростанций. Формирование ЕЭС СССР, ОЭС «Мир»	Территориальная концентрация энергоснабжения на базе объединенных энергосистем. Развитие территориально-производственных комплексов
1966–1991	Внедрение блочной системы компоновки электростанций. Создание ЦДУ ЕЭС СССР. Завершение формирования ОЭС «Мир», ЕЭС СССР. Начало внедрения рыночных отношений – создание Федерального (общероссийского) оптового рынка электроэнергии и мощности	Увеличение плотности застройки промышленной площадки, повышение коэффициента использования территории и сокращение количества оборудования, снижение в них энергетических потерь
1991–2002	Стагнация развития промышленности, прекращение деятельности ЕЭС СССР, нарастающий дефицит мощностей, снижение производства электроэнергии (до 1998 г.). Начало рыночных преобразований, переход к либеральной организации энергетического хозяйства. Разрушение вертикально-интегрированных энергосистем, ликвидация ЦДУ ЕЭС России. Организация системного оператора и администратора торговой системы	Формирование ЦДУ ЕЭС России. Перераспределение электрических связей между энергообъединениями в составе ЕЭС России по территории независимых государств, зависимость от них электроснабжения части регионов (связи ОЭС Урала и Сибири – территории Казахстана, связи ОЭС Юга и Центра – территории Украины, связи ОЭС Северо-Запада с Калининградской энергосистемой – территории стран Балтии).
2002–2016	Создание первой инфраструктурной организации реформируемой энергетики России – зарегистрировано ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системой» (ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС»)	Развитие распределенной энергетики. Оптимизации структуры оперативно-диспетчерского управления Единой энергосистемы, создание 14 региональных представительств системного оператора.
2017 – наст. время	Формирование новой технологической базы, цифровизация. Распространение цифровых сетей и интеллектуальных систем управления. «Переформатирование» вертикально интегрированной электроэнергетики РФ в активно-адаптивную интеллектуальную с децентрализованными источниками энергии и сетевой архитектурой. Появление систем хранения (накопителей) электроэнергии.	Переход к энергетике нового поколения, с высокой концентрацией мощностей, запасом прочности и возможности роста, обеспечение приемлемой доступности присоединения к инфраструктуре и приемлемой стоимости электроэнергии для потребителей.

Таблица 2

Динамика и структура установленной мощности электростанций объединенных энергосистем и ЕЭС России, 2017–2019 гг.

The dynamics and structure of the installed capacity of power plants of the combined power systems and UES of Russia, 2017–2019.

Энергообъединение	На 01.01.2017, всего, МВт	На 01.01.2017, всего, %	На 01.01.2018, всего, МВт	На 01.01.2018, всего, %	На 01.01.2019, всего, МВт	На 01.01.2019, всего, %	Темп роста, 2019 к 2017 г., %
ЕЭС России	236343,6	100	239812,20	100	243243,2	100	102,9%
ОЭС Центра	52878,57	22,4	53077,10	22,1	52447,29	21,6%	99,2%
ОЭС Средней Волги	27003,22	11,4	27203,80	11,3	27591,76	11,3%	102,2%
ОЭС Урала	51131,73	21,6	52714,90	22,0	53614,35	22,0%	104,9%
ОЭС Северо-Запада	23572,13	10,0	23865,20	10,0	24551,82	10,1%	104,2%
ОЭС Юга	20601,65	8,7	21538,60	9,0	23535,89	9,7%	114,2%
ОЭС Сибири	51969,83	22,0	51911,20	21,6	51861,09	21,3%	99,8%
ОЭС Востока	9186,5	3,9	9501,50	4,0	9641,00	4,0%	104,9%

Р а с с ч и т а н о п о : Открытые данные АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»). URL: <http://so-ups.ru/index.php?id=about>

Сопряженный анализ организационных, технологических изменений и пространственного развития электроэнергетического комплекса, показывает, что в XX в. произошли наиболее значимые достижения технического и технологического развития электроэнергетики, что вызвало изменения ее организационной структуры, пространственной локализации, проявившись в формировании инфраструктурного энергетического каркаса территории. Эволюция территориального развития электроэнергетической инфраструктуры¹ направлена на обособление производства, специализацию и взаимосвязанность элементов на основе распределенной энергетики [11, 15, 19, 21–23].

Организационные основы функционирования электроэнергетики РФ базируются на сочетании организаций технологической и коммерческой инфраструктуры, действующих под государственным контролем [14] Пространственная организация электроэнергетического инфраструктурного

турного комплекса России образована Единой энергетической системой (ЕЭС России), которая включает 69 региональных энергосистем, формирующих 7 объединенных энергетических систем (ОЭС): Северо-Запада, Центра, Средней Волги, Юга, Урала, Сибири, Востока. Связанность отдельных региональных энергетических систем в объединенную энергетическую систему страны обеспечивается электрическими сетями. Отдельно от ЕЭС России функционирует ОЭС Востока, а также 5 изолированных энергосистем на Дальнем Востоке, которые не входят в ЕЭС страны. Отметим, что исторически электроэнергетика РФ формировалась по административному принципу в пределах границ республики, края, области. Современные границы ОЭС не совпадают ни с одним из существующих территориальных делений: экономические районы, федеральные округа, макрорегионы, – что затрудняет их анализ и сравнение. Анализ пространственного развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса основан на данных официальной статистики, поэтому имеет иерархически выраженный характер: ЕЭС России – территориальные объединения энергосистем (табл. 2).

¹ В контексте данного исследования понятия «инфраструктурный комплекс» и «электроэнергетическая инфраструктура» рассматриваются как тождественные.

Таблица 3

Динамика территориальной структуры потребления электрической энергии по ОЭС в 2017–2024 гг.

The dynamics of the territorial structure of electric energy consumption by ECO in 2017–2024

	2017 г., факт		2024 г., прогноз		Темп роста, %
	млрд кВт·ч	%	млрд кВт·ч	%	
ЕЭС России	1039,88	100	1131,66	100	108,8%
ОЭС Центра	238,56	22,94	255,49	22,94	107,1%
ОЭС Средней Волги	108,02	10,39	112,36	10,38	104,0%
ОЭС Урала	261,20	25,12	278,45	24,12	106,6%
ОЭС Северо-Запада	93,89	9,03	99,26	9,03	105,7%
ОЭС Юга	99,09	9,53	111,54	9,53	112,6%
ОЭС Сибири	205,88	19,8	229,87	19,8	111,7%
ОЭС Востока	33,24	3,2	44,68	3,2	134,4%

Р а с с ч и т а н о п о : Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2018–2024 гг. Утверждена приказом Минэнерго России № 121 от 28.02.2018 г.

В 2017–2019 гг. сохраняется неравномерность пространственного распределения установленной мощности электростанций объединенных энергосистем. Более 60 % всей установленной мощности приходится на ОЭС Центра, ОЭС Урала, ОЭС Сибири. Наибольшее значение установленной мощности электростанций объединенных энергосистем превышает наименьшее более чем в пять раз.

Сбалансированность производства и потребления электроэнергии в экономическом пространстве является критерием обеспечения устойчивого развития территорий, определяет направления ее развития и межрегиональной связанности. На основе данных прогноза спроса на электрическую энергию по ЕЭС России на 2018–2024 гг. проанализируем территориальную структуру потребления электрической энергии на уровне 2017 г. и прогнозного уровня 2024 г. (табл. 3).

В территориальной структуре потребления электрической энергии, отражающей сложившиеся региональные пропорции российской экономики, более 65 % от общего объема электропотребления ЕЭС России приходится на ОЭС Урала, ОЭС Центра, ОЭС Сибири, прогнозируемые изменения показателей к 2024 г. не предусматривают существенных структурных сдвигов и связаны, в основном, с расширением территориальных границ энергосистем, изменением их связ-

ности между собой. Таким образом, обеспечивается пространственная сбалансированность динамики и структуры установленной мощности электростанций объединенных энергосистем ЕЭС России и потребления электрической энергии по ОЭС ЕЭС России.

Связанность объектов электроэнергетического комплекса обеспечивается магистральными сетями единой национальной электрической сети (ЕНЭС) и территориальным распределительным сетям. Сетевое хозяйство ЕЭС России по данным за 2018 г. включает более 10700 линий электропередачи класса напряжения 110–1150 кВ. Передачу электроэнергии по ЕНЭС осуществляет ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС»). В то же время, в стране зарегистрировано более 3000 территориальных сетевых организаций, что свидетельствует о высокой степени разрозненности сетевого комплекса в части распределительных сетей. Наиболее развит сетевой комплекс в ЦФО, СКФО, ЮФО и ПФО, где плотность электрических сетей в 3 раза выше, чем в среднем по стране, наименее развит в СФО и ДФО, где плотность сетей в 3 раза ниже, чем в среднем по стране. Показатели плотности электрических сетей коррелируют с данными о плотности населения. Таким образом, наблюдается неравно-



мерная обеспеченность территории страны электроэнергетической инфраструктурой, выражающаяся в дифференциации плотности электрических сетей и производстве электроэнергии [10]. Несбалансированное развитие инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве является фактором, предопределяющим разрыв между наиболее и наименее экономически развитыми регионами страны.

В результате анализа состояния и развития электроэнергетического комплекса в пространстве РФ установлена неравномерность размещения потребителей электрической энергии и генерирующих мощностей, выражающаяся концентрацией зон экономического роста и потребления электроэнергии в центральном и уралосибирском районах страны. Указанные дисбалансы предопределяют значительную дифференциацию географических и экономических условий функционирования рынка электроэнергии, дифференциацию плотностей экономической деятельности и населения в пространстве [9].

Территориальная разрозненность ЕЭС является причиной слабости ее системообразующих межсистемных связей [1], существенным препятствием развития электроэнергетического комплекса РФ. Совокупность технических требований к электроэнергетике на всех этапах технологического цикла определяет необходимость существования единой системы оперативного управления режимами электроэнергетической системы региона [5].

Специфика современного этапа развития электроэнергетического комплекса в пространстве РФ обусловлена формированием новой технологической парадигмы в условиях развития цифровой экономики, основными положениями которой становятся:

- реорганизация электроэнергетики в сеть интегрированных в ЕЭС локализованных кластеров производителей и потребителей энергии, участвующих в общей инфраструктуре;
- изменение территориальной конфигурации объектов электроэнергетики, близость к потребителю;
- переход к более гибкой архитектуре энергетических систем, развитие «умных» сетей;

- требования новой урбанизации: разрастание старых и появление новых городов, формирование запроса на переход к объектам электроэнергетики, требующим меньших площадей для размещения, обеспечивающих доступность присоединения к инфраструктуре и дифференцированную стоимость электроэнергии для потребителей;

- коммуникационная роль объектов электроэнергетики, связанности пространства в аспекте энергетического перехода (т.н. energy transition — энергетический переход).

Таким образом, формирование и развитие электроэнергетического комплекса в пространстве РФ требует решения следующих задач:

- повышение сбалансированности развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса в пространстве на основе обеспечения доступности электроэнергии для потребителей, повышение надежности и эффективности обеспечения энергией;
- стимулирования развития экономики регионов на основе использования преимуществ их существующего энергопотенциала;
- переход к активно-адаптивной интеллектуальной [16] электроэнергетике, с децентрализованными источниками энергии, построенной на базе сетевых технологий с вертикальными и горизонтальными связями между элементами системы;
- рост уровня энергообеспечения [22] населения до общемировых показателей² в абсолютных значениях потребления электроэнергии и по соотношению затрат на энергию с доходами населения.

Решение указанных задач требует учета возможного объединения различных территорий в энергетически сбалансированные районы (агломерации), в рамках которых уровень энергопотребления может обеспечиваться как за счет собственной генерации, так и за счет передачи из энергоизбыточных регионов [17]. В этом случае важным является развитие инфраструктуры по передаче энергии [14], ориентированность на расширение кооперации между заинтересованными сторонами при реализации проектов раз-

² URL: <https://knoema.ru/atlas/topics/%d0%ad% d0%bd%d0%b5%d1%80%d0%b3%d0%b5%d1%82%d0%b8 %d0%ba%d0%b0>

вития инфраструктуры, а также степень взаимодействия энергоизбыточных и энергопотребляющих регионов и, следовательно, повышение инфраструктурной связанности территории.

В качестве одной из приоритетных форм осуществления проектов по развитию электроэнергетической инфраструктуры Энергетической стратегией России³ предусмотрено создание региональных и межрегиональных энергетических кластеров (межрегиональных энергопромышленных комплексов) и развитие крупных энергоемких производств-потребителей добывающей и перерабатывающей промышленности, что обеспечит переход от отраслевых электроэнергетических проектов к программам комплексного развития территорий⁴.

Благодаря опережающему уровню развития объектов инфраструктурного комплекса региона можно оптимизировать структуру всей региональной воспроизводственной системы [13], что во многом определяется существующей инвестиционной политикой региона и ее институтами. По сути, региональная инвестиционная политика представляет систему мер, осуществляемых региональными органами власти и управления по привлечению и использованию инвестиционных ресурсов с целью развития региона.

Значительный вклад в решение указанных задач должна внести реализация концепции «Цифровая трансформация 2030» ПАО «Россети» (далее – Концепция). Концепция разработана во исполнение указов Президента РФ Путина В.В. от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг.» и от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.», в которых определены национальные цели и стратегические задачи развития Российской Федерации на период до 2030 г., а также

³ Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.: Утверждена распоряж. Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г..

⁴ Стратегия пространственного развития РФ: Утверждена распоряж. Правительства РФ № 207-р от 13.02.2019 г..

программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1632р от 28.07.2017 г.⁵

Концепция определяет основные направления технологических и организационных изменений работы электросетевого инфраструктурного комплекса РФ на базе цифровых технологий для повышения эффективности, качества и доступности оказываемых услуг. В результате реализации Концепции предполагается трансформация технологического процесса для обеспечения надежности, качества, доступности услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению потребителей, рост эффективности передачи электроэнергии между субъектами электроэнергетики⁶. Ключевым фактором реализации цифровой сети является платформенность решений и создание единой цифровой среды.

С позиции развития электроэнергетического (электросетевого) комплекса в пространстве необходимым условием достижения целей цифровой трансформации является применение единой модели данных реализуемых технологических и бизнес-процессов, однозначно определяющей сущность этих процессов и взаимосвязь между ними для всех дочерних зависимых организаций (ДЗО). Программа цифровой трансформации ДЗО включает в себя дорожную карту по реализации проектов внедрения цифровых технологий и утверждаются советом директоров.

Таким образом, цифровая трансформация электроэнергетического (электросетевого) комплекса позволит повысить доступность электроэнергии для потребителей [18], усилит инфраструктурную связанность пространства на основе

⁵ Концепция цифровая трансформация 2030. ПАО «Россети». М., 2018. Россети» потратят на цифровизацию 1,3 трлн рублей до 2030 года. URL: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/02/01/laquo-rosseti-raquo-potratyat-na-nbsp-tsifrovizatsiyu-1-3-trln-rublej-do-nbsp-2030-goda/>

⁶ Концепция цифровая трансформация 2030. ПАО «Россети». Москва 2018. Россети» потратят на цифровизацию 1,3 трлн рублей до 2030 года. URL: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/02/01/laquo-rosseti-raquo-potratyat-na-nbsp-tsifrovizatsiyu-1-3-trln-rublej-do-nbsp-2030-goda/>



учета особенностей и потребностей развития территорий при разработке и реализации программы развития инфраструктуры [20] на основе их системного взаимодействия, что обеспечит синергетический эффект.

Результаты исследования.

1. В результате анализа этапов формирования и развития электроэнергетического комплекса в экономическом пространстве определено, что наиболее значимые достижения технического и технологического развития электроэнергетики, определившие изменения ее организационной структуры произошли в XX в.: изменение пространственной локализации, формирование инфраструктурного каркаса территории, обособление производства, специализация и взаимосвязанность элементов на основе распределенной энергетики.

2. Выявлена неравномерная обеспеченность пространства РФ электроэнергетической инфраструктурой, выражающаяся в дифференциации плотности электрических сетей, производстве электроэнергии, установленной мощности и потреблении электроэнергии, что порождает экономический разрыв между регионами страны. Слабость системообразующих межсистемных связей ЕЭС, ввиду ее территориальной распределённости, разрозненности становится существенным препятствием развития электроэнергетического комплекса РФ.

3. Установлена неравномерность размещения потребителей электрической энергии и генерирующих мощностей, выражающаяся концентрацией зон экономического роста и потребления электроэнергии в центральном и уралосибирском районах страны.

4. Формирование и функционирование электроэнергетического комплекса в пространстве РФ, специфика современного этапа его развития требу-

ет решения задач повышения сбалансированности его развития на основе обеспечения доступности электроэнергии для потребителей, эффективности обеспечения энергией, перехода к активно-адаптивной интеллектуальной электроэнергетике, роста уровня энергообеспечения населения до общемировых показателей, цифровой трансформации электросетевой инфраструктуры.

Выводы. В результате исследования процессов формирования и развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса на основе технологических, организационных и пространственных данных установлены основные этапы развития и определены современные задачи. Перспективными направлениями развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса являются ориентированность на расширение кооперации, сотрудничества между основными заинтересованными сторонами при реализации проектов развития инфраструктуры, обеспечение сбалансированности энергоизбыточных и энергопотребляющих регионов и, следовательно, повышение инфраструктурной связанности территории. Особое значение принадлежит цифровизации электроэнергетического комплекса, цифровой трансформации электросетевой инфраструктуры, что позволит повысить эффективность и качество обеспечения электроэнергией, ее доступность на основе платформенности решений и создания единой цифровой среды.

Направлением для дальнейших исследований является формирование механизмов эффективного взаимодействия, сотрудничества субъектов при реализации проектов развития инфраструктурного электроэнергетического комплекса, инструменты сбалансированности энергообеспечения регионов, трансформация электросетевой инфраструктуры в условиях цифровизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / под общ. ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семёнова. М.: МЭИ. 2000. 648 с.

[2] Баев И.А., Соловьева И.А., Дзюба А.П. Управление спросом на поставку энергоресурсов в условиях развития информационно-коммуникационных технологий // Известия УрГЭУ. 2018. №3. С.111–125.

[3] Баев И.А., Соловьева И.А., Дзюба А.П. Управление затратами на услуги по передаче электроэнергии в промышленном регионе // Экономика региона. 2018. № 14–3. С. 955–969.

[4] Булатова Н.Н., Бутковский И.П. Инновационное развитие энергетической инфраструктуры региона. Улан-Удэ: ВСГУТУ. 2014. 112 с.

- [5] **Гальперин В.М.** Микроэкономика. В 2 т. Т. 1. СПб.: Экономическая школа. 2006. 352 с.
- [6] **Гибадуллин А.А.** Методология обеспечения развития электроэнергетического комплекса Российской Федерации. М. 2019. 159 с.
- [7] **Даванков А.Ю., Двинин Д.Ю.** Обоснование теоретико-методологической модели оценки устойчивости социо-эколого-экономической среды региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 9–1 (63). С. 6–8.
- [8] **Зубаревич Н.В.** Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135–145.
- [9] **Кобец Б.Б., Волкова И.О.** Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart-Grid. М.: ИАЦ Энергия. 2010. 208 с.
- [10] **Кокшаров В.А.** Методический подход оценки приоритетов энергетической политики промышленного предприятия // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 2. С. 72–77.
- [11] **Колосовский Н.Н.** Теория экономического районирования. М.: Мысль. 1969. 335 с.
- [12] **Силин Я.П., Анимица Е.Г., Новикова Н.В.** Тенденции развития экономического пространства Уральского макрорегиона // Управленец. 2017. № 2(66). С. 2–11.
- [13] **Сурнина Н.М., Шишкина Е.А.** Региональное развитие: смещение пространственных приоритетов и измерителей // Известия Уральского государственного экономического университета. 2015. № 5(61). С. 69–75.
- [14] **Сурнина Н.М., Шишкина Е.А., Новикова Н.В., Дьячков А.Г.** Механизмы инфраструктурного энергетического обеспечения регионального развития. М.: Русайнс. 2019. 170 с.
- [15] Территориальная организация производительных сил СССР / отв. ред. Н.Н. Казанский, Н.П. Никитин. М.: Мысль. 1968. 214 с. (Вопросы географии. Сб. 75).
- [16] **Хузмиев И.К.** Переформатирование электроэнергетики России. URL: ukros.ru/wp-content/uploads/2017/11/Хузмиев.doc (дата обращения 21.10.2019).
- [17] **Чебогарева Г.С.** Методические основы оценки конкурентоспособности энергетических компаний // Экономика региона. 2018. № 14–1. С. 190–201.
- [18] Global perspectives on smart grid opportunities. 2013. URL: https://www.accenture.com/in-en/_acnmedia/accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/accenture-forging-a-path-toward-a-digital-grid_global-perspectives-on-smart-grid-opportunities.pdf (дата обращения 21.10.2019).
- [19] **Hake J.-F., Proskuryakova L.** New energy sources, technologies, and systems: The priority of social, climate, and environmental issues // Foresight and STI Governance. 2018. No. 12–4. P. 5–8. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.4.5.8
- [20] **Lisin E., Strielkowski W.** Modelling new economic approaches for the wholesale energy markets in Russia and the EU // Transformation in Business & Economics. 2014. 13(2B). P. 566–580.
- [21] **Milovidov V.** Innovation, sustainable growth, and energy: Is leap forward for civilization possible? // Foresight and STI Governance. 2019. No. 13–1. P. 62–68. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.1.62.68
- [22] **Pinczynski M., Kasperowicz R.** Overview of electricity market monitoring // Economics and Sociology. 2016. No. 9(4). P. 153–167.
- [23] **Varanavicius V., Navikaite A., Bilan Yu., Strielkowski W.** Analysis of consumer behaviour in regional energy consumption // Ekonomika regiona. 2017. No. 13(1). P. 147–156.

ДЬЯЧКОВ Антон Геннадьевич. E-mail: dyachkov2014@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 21.10.2019

REFERENCES

- [1] **Yu.N. Rudenko, V.A. Semenov (Eds.),** Avtomatizatsiya dispetcherskogo upravleniya v elektroenergetike [Automation of dispatch control in the electric power industry]. Moscow: MEI, 2000.
- [2] **I.A. Bayev, I.A. Solovyeva, A.P. Dzyuba,** Upravleniye sprosom na postavku energoresursov v usloviyakh razvitiya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy [Demand management for the supply of energy resources in the context of the development of information and communication technologies], Izvestiya UrGEU, 3 (2018) 111–125.
- [3] **I.A. Bayev, I.A. Solovyeva, A.P. Dzyuba,** Upravleniye zatratami na uslugi po peredache elektroenergii v promyshlennom regione [Managing the cost of electricity transmission services in an industrial region], Ekonomika regiona, 14–3 (2018) 955–969.
- [4] **N.N. Bulatova, I.P. Butkovskiy,** Innovatsionnoye razvitiye energeticheskoy infrastruktury regiona [Innovative development of the region's energy infrastructure]. Ulan-Ude: VSGUTU, 2014.
- [5] **V.M. Galperin,** Mikroekonomika [Microeconomics]. St. Petersburg: Ekonomicheskaya shkola, 1 (2006).



- [6] **A.A. Gibadullin**, Metodologiya obespecheniya razvitiya elektroenergeticheskogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii [Methodology for ensuring the development of the electric power complex of the Russian Federation]. Moscow, 2019.
- [7] **A.Yu. Davankov, D.Yu. Dvinin**, Obosnovaniye teoretiko-metodologicheskoy modeli otsenki ustoychivosti sotsio-ekologo-ekonomicheskoy sredy regiona [Justification of the theoretical and methodological model for assessing the sustainability of the socio-ecological and economic environment of the region], *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 9–1(63) (2017) 6–8.
- [8] **N.V. Zubarevich**, Strategiya prostranstvennorozvitiya: priority i instrumenty [Spatial development strategy: Priorities and tools], *Voprosy ekonomiki*, 1 (2019) 135–145.
- [9] **B.B. Kobets, I.O. Volkova**, Innovatsionnoye razvitiye elektroenergetiki na baze kontseptsii Smart Grid [Innovative development of the electric power industry based on the Smart Grid concept]. Moscow: IATs Energiya, 2010.
- [10] **V.A. Koksharov**, Metodicheskiy podkhod otsenki prioritytov energeticheskoy politiki promyshlennogo predpriyatiya [Methodological approach to assessing the priorities of the energy policy of an industrial enterprise], *Ekonomika, statistika i informatika, Vestnik UMO*, 2 (2015) 72–77.
- [11] **N.N. Kolosovskiy**, Teoriya ekonomicheskogo rayonirovaniya [Theory of economic zoning]. Moscow: Mysl, 1969.
- [12] **Ya.P. Silin, Ye.G. Animitsa, N.V. Novikova**, Tendentsii razvitiya ekonomicheskogo prostranstva Uralskogo makroregiona [Economic development trends of the Ural macroregion], *Upravlenets*, 2(66) (2017) 2–11.
- [13] **N.M. Surnina, Ye.A. Shishkina**, Regionalnoye razvitiye: smeshcheniye prostranstvennykh prioritytov i izmeriteley [Regional development: shifting spatial priorities and measures], *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 5(61) (2015) 69–75.
- [14] **N.M. Surnina, Ye.A. Shishkina, N.V. Novikova, A.G. Dyachkov**, Mekhanizmy infrastruktornogo energeticheskogo obespecheniya regionalnogo razvitiya [Mechanisms for infrastructural energy support of regional development]. Moscow: Rusayns, 2019.
- [15] **N.N. Kazanskiy, N.P. Nikitin (Eds.)**, Territorialnaya organizatsiya proizvoditelnykh sil SSSR [Territorial organization of the productive forces of the USSR]. Moscow: Mysl, 1968.
- [16] **I.K. Khuzniyev**, Pereformatirovaniye elektroenergetiki Rossii [Reformatting the Russian electricity industry]. URL: ukros.ru/wp-content/uploads/2017/11/Хузмиев.doc (accessed October 21, 2019).
- [17] **G.S. Chebotareva**, Metodicheskiye osnovy otsenki konkurentosposobnosti energeticheskikh kompaniy [Methodological foundations for assessing the competitiveness of energy companies], *Ekonomika regiona*, 14–1 (2018) 190–201.
- [18] Global perspectives on smart grid opportunities, 2013. URL: https://www.accenture.com/in-en/_acnmedia/accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/accenture-forging-a-path-toward-a-digital-grid_global-perspectives-on-smart-grid-opportunities.pdf (accessed October 21, 2019).
- [19] **J.-F. Hake, L. Proskuryakova**, New energy sources, technologies, and systems: The priority of social, climate, and environmental issues, *Foresight and STI Governance*, 12–4 (2018) 5–8. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.4.5.8
- [20] **E. Lisin, W. Strielkowski**, Modelling new economic approaches for the wholesale energy markets in Russia and the EU, *Transformation in Business & Economics*, 13(2B) (2014) 566–580.
- [21] **V. Milovidov**, Innovation, sustainable growth, and energy: Is leap forward for civilization possible? *Foresight and STI Governance*, 13–1 (2019) 62–68. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.1.62.68
- [22] **M. Pinczynski, R. Kasperowicz**, Overview of electricity market monitoring, *Economics and Sociology*, 9(4) (2016) 153–167.
- [23] **V. Varanavicius, A. Navikaite, Yu. Bilan, W. Strielkowski**, Analysis of consumer behaviour in regional energy consumption, *Ekonomika regiona*, 13(1) (2017) 147–156.

DYACHKOV Anton G. E-mail: dyachkov2014@gmail.com