

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2018-4-90-106>

МИРОВОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ТРАДИЦИОННАЯ СФЕРА ПРИЛОЖЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. Е. Матвеев

Всероссийский научно-исследовательский конъюнктурный институт,
Москва, Россия

В статье рассмотрено современное состояние развития мировой энергетики, оценены перспективы модернизации сектора в контексте политики глобальной цифровизации, исследованы энергетические ресурсы и подходы к их потреблению. Рассмотрены также технологические и организационные аспекты формирования энергетического хозяйства, изменения в торговле топливно-энергетическими товарами, текущее состояние отрасли в Российской Федерации. Отмечено, что диджитализация, использование других новейших технологий позволяют облагородить облик данного сектора, внести улучшения в сложившуюся систему производственных отношений, стимулировать мировой спрос на продукцию электронной и ряда других высокотехнологичных отраслей. Создание активно-адаптивных электроэнергетических сетей оказывает влияние на энергетический и социально-экономический ландшафт, международную и локальную торговлю топливно-энергетическими товарами, а также может способствовать развитию имеющихся и созданию новых рыночных ниш и технологий (например, энергошеринга), путей приложения капитала в его различных формах. Следующий виток развития мировой энергетики может быть реализован на базе качественно иных знаний, подходов и технологий. В новом мире ключевым подходом к производству и потреблению энергии может стать принцип «от каждого по возможности – каждому по потребности».

Ключевые слова: мировая энергетика, нефть, газ, уголь, атомная энергия, возобновляемые источники энергии, производство, потребление, распределение, топливно-энергетические товары, торговля, активно-адаптивные сети, НБИКС-технологии, цифровизация, энергия будущего, энергошеринг.

WORLD ENERGY ECONOMY AS A TRADITIONAL SPHERE OF APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES

Igor' E. Matveev

All-Russian Research Institute of Market Research, Moscow, Russia

The article considers the current state of the world energy development, assesses the prospects of modernization of the sector in the context of global digitalization policy, examines energy resources and approaches to their consumption. Technological and organizational aspects of the formation of the energy sector, changes in trade in fuel and energy products, the current state

of the industry in the Russian Federation are also considered. It was noted that digitalization, the use of other advanced technologies allow to ennoble the appearance of this sector, to make improvements to the existing system of production relations, to stimulate global demand for electronic and power products and develop of a number of other high-tech industries. Highly likely, the creation of smart-grid has an impact on the energy landscape, international and local trade of oil, gas, coal, petrochemicals and electricity and can contribute to the development of existing and the creation of new market niches and technologies (for example, energy sharing), ways of capital application in its various forms. The next level of global energy development can be reached on new knowledge, approach and technologies basis. In the new world, the key approach to the production and consumption of energy can be the principle of «From each according to his ability, to each according to his needs».

Keywords: world energy, oil, gas, coal, atomic energy, renewable energy sources, fuel, production, consumption, distribution, energy, trade, active-adaptive networks, smart-grid, NBICS-technologies, digitalization, energy of the future, energy sharing.

Подходы к использованию энергии: ретроспективный обзор

В ходе развития экономики и общества трансформация энергетики осуществлялась непрерывно и в эволюционном ключе. В доиндустриальную эпоху в течение нескольких десятков столетий энергетические потребности людей обеспечивали возобновляемые источники (энергия воды, ветра, биомассы), мускульная сила животных и человека. Энергия была необходима для перевозки грузов, приведения в действие простейших механизмов и устройств, обогрева, приготовления пищи и освещения. С переходом человечества на индустриальную модель развития, с начала массового выпуска средств производства и товаров потребления ситуация коренным образом изменилась. В первые двести лет индустриальной эпохи (с середины XVIII до середины XX в.) спрос на энергию увеличивался ввиду вытеснения ручного труда и расширения производственных мощностей (предтеча современной автоматизации и роботизации), развития транспортной инфраструктуры, международной торговли, увеличения численности населения и потребления во всех секторах хозяйства.

В этот период в зависимости от уровня развития науки и техники происходила смена доминирующих (определяемых уровнем развития технологий) энергоносителей в следующем порядке: мускульная сила и низкотехнологичные возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – уголь, нефть, газ, которые использовались без ограничений.

Во второй половине прошлого века в условиях опережающего развития отраслей военно-промышленного комплекса (ВПК) и гражданской промышленности, появления и развертывания новых энерго- и ресурсоемких отраслей требовалось неуклонно наращивать производство энергии, обеспечивая при этом безопасность и надежность энергопоставок. В конце 1960-х гг. в ведущих государствах мира развивались мирные ядерные технологии, создавалась атомная электроэнергетика. За семь лет

с 1967 по 1973 г. введено в эксплуатацию АЭС суммарной мощностью 31 ГВт, а в следующий семилетний период аналогичный показатель приблизился к отметке в 230 ГВт. В итоге за два десятилетия с 1950 по 1970 г. мировое потребление энергии сравнялось с соответствующим интегрированным показателем за предыдущие 100 лет. В целом за прошлое столетие, продвигаясь по техногенному пути развития с непрерывным ускорением, человечество израсходовало энергии в размере, сопоставимом с суммарным показателем за последние 2 тыс. лет.

Во второй половине XX столетия в условиях экспоненциального роста численности населения, развития хозяйства и, соответственно, спроса на энергию, а также нефтяных кризисов, осознания исчерпаемости природных ресурсов, разворачивания новой перспективной отрасли – атомной электроэнергетики, – просматривался переход от газа к атомной энергии, а в отдаленном будущем – к солнечной энергии и водороду (вырабатываемому на базе атомной электроэнергии) как доминирующим энергоносителям. В этот период в странах нетто-импортерах нефти стали широко применяться показатели, характеризующие удельный расход энергии на единицу продукции, человека с целью контроля за эффективностью производства и потребления энергоносителей.

Однако на развитие атомной генерации негативное влияние оказали инциденты различной тяжести и катастрофы, произошедшие на АЭС в США и СССР в 1970–1980 гг., Японии (2010). Под воздействием экологических проблем¹ и других факторов человечество скорректировало взгляды на дальнейшее развитие мировой энергетики: взяло «газовую» паузу, акцентировало внимание на сферах ресурсосбережения, энергоэффективности и ВИЭ.

В 2010 г. ведущая экономика Евросоюза ФРГ отказалась от использования атомной электроэнергии в период после 2022 г., сфокусировав энергетическую политику на сферах ВИЭ, энергоэффективности, сокращении выбросов парниковых газов и импорте энергоносителей [8; 16].

Данные, характеризующие мировое потребление энергии в середине прошлого – начале наступившего века, представлены в табл. 1 и 2.

Вместе с тем за последние 80 лет глобальное потребление энергии выросло более чем в пять раз. В наступившем столетии темпы прироста потребления энергии замедлились примерно в три раза (до 2% в год), при этом экономики ОЭСР стабилизировали или снизили энергопотребности.

Структура мирового энергобаланса изменилась, но углеводородное топливо осталось ключевым источником энергии. В середине XX в. доми-

¹ Человечество потребительски относилось к окружающей среде. Например, в XVII в. Ф. Бэкон в монографии «Regnum Hominis» призывал установить власть над природой посредством науки. В 30-х гг. прошлого века И. В. Мичурин отметил: «Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее – наша задача» [3].

нировали уголь и нефть. Их удельный вес составили 60 и 27% соответственно, а на долю неуглеродных источников энергии, представленных исключительно гидроэлектростанциями, приходилось менее 2%.

Т а б л и ц а 1

**Потребление первичной энергии в мире (в млрд т н. э.)
и структура расходной части энергобаланса (удельный вес, в %)
в 1950, 2007 и 2017 гг.***

	1950	2007	2017	Изменение в 2017 г. по сравнению с 1950 г., процентные пункты
Потребление первичной энергии	Около 2,8	11,6	13,5	Рост более чем в 5 раз
Структура энергобаланса				
Всего	100	100	100	...
Уголь	61,5	29,8	28,0	-33,5
Нефть	26,9	36,0	34,2	7,3
Газ	10,0	21,9	23,4	13,4 (рост более чем в два раза)
ГЭС большой и средней мощности	1,6	6,0	6,8	5,2 (рост в 4 раза)
АЭС	...	5,4	4,4	4,4
ВИЭ	...	0,9	3,6	3,6

* Рассчитано по [7; 9].

Т а б л и ц а 2

**Основные энергоресурсы и подходы к их потреблению
в зависимости от типа организации общества**

Тип организации общества	Основные черты социума	Базовые энергоресурсы и подходы к их использованию
Общество поколений 1.0 и 2.0	Развитие поселений, сельского хозяйства	Мускульная сила животных и человека, силы природы, природное топливо – без ограничений
Общество 3.0	Индустриализация, промышленное производство товаров	Углеводороды, без ограничений
Общество 4.0	Компьютеризация, развитие науки и техники, зарождение и становление киберфизических технологий	Углеводороды, гидро- и атомная энергия – учет и оптимизация по удельным показателям (на одного человека, единицу товара/услуги)
Общество 5.0	Суперинтеллект социума, выход за пределы индустрии, интеграция физического и киберпространства, искусственный технический интеллект и др. – широкое внедрение	Углеводороды, атомная энергия, ВИЭ, оптимизация производства и потребления в абсолютном выражении
Общество 6.0 и выше	...	Энергия окружающего мира: от производителя – по возможностям, потребителю – согласно нуждам

В конце второго десятилетия наступившего века (по состоянию на 2017 г.) аналогичные показатели стали более сбалансированными: доля угля сократилась до 28%, нефти – выросла до 34%, рыночная ниша газа расширилась более чем в два раза с 10 до 23%.

Внедрение новых технологий (гидроразрыв пласта, бурение со значительным отходом от вертикали¹, на морском шельфе и в глубинах Мирового океана, в условиях низких, сверхнизких температур и опасной ледовой обстановки, прохождение пластов с аномально высоким давлением и температурой на глубинах в несколько километров, разработка истощенных месторождений и др.) расширило экономические рамки производства жидкого и газообразного ископаемого топлива [9].

Сократились мировые запасы дешевого сырья, стоимость добычи которого оценивалась в сумму, эквивалентную нескольким долларам (по урану – ниже 80 долл./кг).

Низкоуглеродные источники энергии укрепили позиции – их удельный вес приблизился к 15%. Несмотря на экспоненциальный рост, обусловленный низкой базой, расширение сектора сдерживается по ряду фундаментальных причин. Гидроэнергетика (ГЭС большой и средней мощности) во многих регионах мира не обладает возможностью экстенсивного развития ввиду наличия природных и социально-экономических ограничений. Атомная электроэнергетика продолжает искать ответы на вопросы, связанные с безопасностью современных технологий и конечностью природных запасов урана, разработка которых рентабельна в условиях общехозяйственной конъюнктуры. Возобновляемая энергетика, сфера энергоэффективности развиваются с опорой на государственную поддержку, которая является определяющим фактором их внедрения.

Основные направления развития энергетического хозяйства

В XXI в. параметры глобального энергетического хозяйства изменяются под воздействием геополитических, природных, научно-технических социально-экономических, экологических и других факторов [3]. В рамках данной научной статьи рассмотреть их не представляется возможным. Остановимся на двух аспектах развития – технологическом и организационном.

В настоящее время рост энергетики осуществляется в рамках концепций чистого (зеленого, низкоуглеродного) устойчивого развития на базе широкого внедрения цифровых и других технологий из набора нано-, био-, информационно-коммуникационных, когнитивных (НБИКС) путем:

¹ Производители сланцевой нефти вышли на самоокупаемость // Ведомости. – 2018. – 27 апреля. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2018/04/27/768129-slantsevoi-nefti-samookupaemost> (дата обращения: 26.11.2018)

- совершенствования способов добычи нефти, газа, угля, урановой руды;
- создания новых и модернизации действующих транспортных систем (газопроводов, нефтепроводов, продуктопроводов высокой пропускной способности, проложенных в том числе в труднодоступных и удаленных регионах, сетей нового поколения);
- модернизации сектора тепловой генерации (увеличение КПД котлов и турбин газовых и угольных ТЭС/ТЭЦ, снижение потребления топлива, когенерация, переключение угольных электростанций на низкоуглеродные виды топлива (биомассу, газ), изменения качественного состава используемого газа путем включения в него водорода, других веществ, снижающих уровень вредных выбросов в окружающую среду, повышению теплотворной способности энергоносителя и другие способы);
- увеличения мощности оборудования на базе ВИЭ (энергии воды, ветра, солнца, тепла Земли, биомассы, бытовых и промышленных отходов) в секторе генерации, а также теплоэнергетике;
- модернизации атомной отрасли за счет внедрения технологий, позволяющих снизить производственные и эксплуатационные риски, увеличить эффективность и безопасность АЭС, регулировать мощность энергоблоков в расширенных пределах, создавать энергоблоки малой мощности (кроме отдельных стран, не развивающих это направление по социальным, экономическим и иным соображениям) [13];
- развития сфер энергоэффективности и ресурсосбережения;
- создания активно-адаптивных сетей (smart, «умных»), распределительных систем, объединяющих объекты различной мощности и типов (по виду энергоносителя и используемых технологий преобразования вещества/ресурса в энергию), централизованные накопители энергии, электрический транспорт, промышленные и бытовые электрические системы, оборудование [14; 15];
- строительства линий дальней передачи электроэнергии на базе переменного и постоянного тока [8];
- внедрения технологий улавливания и поглощения углекислого газа, серы, других вредных веществ.

Развитые государства наблюдают за ходом модернизации мировой энергетики, формируют общественное мнение и рекомендуют политикам обратить внимание на необходимость трансформации энергетического хозяйства. В 2018 г. Международный экономический форум впервые представил рейтинг 114 государств, ранжированных с использованием индекса Energy Transition Index, который по нескольким десяткам показателей оценивает уровень готовности национальной энергетики к интеграции в будущую безопасную, устойчивую, доступную и всеобщую энергетическую систему (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Energy Transition Index-2018 отдельных стран мира*

Место в рейтинге	Страна	Индекс
1	Швеция	75,8
2	Норвегия	75,0
3	Швейцария	72,9
4	Финляндия	72,4
5	Дания	72,4
54	Армения	55,3
70	Россия	50,9
75	Казахстан	49,7
112	Киргизия	39,3

* Рассчитано по [17].

Новые технологии и энергетика

Внедрение цифровых, а также космических и биотехнологий в энергетический сектор началось более полувека назад и продолжает осуществляться вслед за отраслями военно-промышленного комплекса неуклонно на всех технологических этапах и «этажах» (в ходе разведки месторождений, при производстве, транспортировке, хранении, переработке, распределении энергии, утилизации отходов, в торговле энергоносителями) с целью оптимизации соответствующих процессов, снижения уровня вредных выбросов в окружающую среду, повышения надежности, доступности безопасности энергоснабжения (табл. 4).

Цифровые технологии и НБИКС-технологии в целом (природоподобные технологии¹) как ядро следующего технологического уклада значительно повышают эффективность решения многоплановых задач устойчивого чистого развития, в том числе таких, как оптимизация потребления ресурсов (сокращение в ограниченных пределах), снижение антропогенного влияния на окружающую среду, увеличение эффективности и надежности отраслей ТЭК, повышение предсказуемости спроса и предложения на энергию, расширение охвата рыночными отношениями потребителей и производителей, снижение уровня «энергетической бедности», повышение уровня жизни населения, сокращение стоимости единицы энергии.

Для широкого круга специалистов наиболее наглядным примером цифровизации энергетического хозяйства является создание активно-адаптивных (smart, интеллектуальных) электроэнергетических сетей, которые позволяют:

- объединить в общую/единую энергетическую систему генерирующие объекты, в широких пределах отличающиеся по мощности и типу

¹ URL: http://www.nrcki.ru/product/press-nrcki/press-nrcki--39428.shtml?g_show=6470&.

используемого энергоносителя, физически расположенные на коротких, дальних и сверхдальних дистанциях;

– обеспечить непрерывный контроль за состоянием оборудования, накоплением и распределением электроэнергии, а также укреплять зоны свободного перетока;

– расширить рамки взаимодействия участников рынка (потребителей с поставщиками и между собой в различных комбинациях), реализовать принцип «направление в сеть избытков – получение энергии при нехватке».

Т а б л и ц а 4

Использование цифровых технологий в мировой энергетике в 2018 г.

Вид деятельности	Вид работ/технология	Страна-лидер
Геологоразведка	Аэрокосмическая съемка поверхности Земли, построение виртуальных моделей недр и схем добычи (геолого-математическое моделирование)	США, Россия
Бурение скважин	Со значительным отходом от вертикали и значительной протяженности (около 15 км), самоходные, несамоходные, морские буровые платформы	США, Франция
Добыча жидких и газообразный углеводородов	Гидроразрыв пласта, технологии добычи в условиях Арктики, в Мировом океане на шельфе и значительных глубинах, подводные безлюдные комплексы добычи	США, Канада, Норвегия, Франция, Россия, Китай
Подготовка к транспортировке и транспортировка нефти и газа	Очистка, перевод в различные фазы, перевалка и транспортировка по суше и морю	Россия, США, Канада, Катар, Австралия, Китай
Переработка нефти и газа	Выпуск нано- и биополимеров, биотехнологических, антикоррозионных, кристаллических, огнестойких материалов, материалов для преобразования энергии, биосенсоров, фармацевтической продукции	США, Япония, Германия, Великобритания, Франция, Китай, Индия, Бразилия, Россия
Производство и переработка угля	Газификация, гибкие роботизированные системы на базе искусственного интеллекта, безлюдное производство, беспилотный транспорт (шахты, разрезы и др.), нано- и биотехнологии переработки угля и отходов	Великобритания, Япония, США, ФРГ, Чехия, Россия, ЮАР
Атомный сектор	Компьютерное проектирование и управление жизненным циклом продукции, системы безопасности, гибкие роботизированные системы на базе искусственного интеллекта, безлюдное производство	Россия, США, Франция, Великобритания, ФРГ
Электроэнергетика	Активно-адаптивные сети, передача электроэнергии постоянным током, передача переменным током на базе сверхпроводников	США, Евросоюз, Республика Корея, Китай, Индия
Добыча газогидратов	На суше, в Мировом океане	Китай, Япония, США, Канада
Возобновляемая энергетика	Солнечная, геотермальная энергетика, ветроэнергетика морская и наземная, биотопливные технологии	США, Бразилия, ФРГ, Дания, Норвегия, Испания, Исландия, Россия, Китай, Япония, Республика Корея

В строительстве подобных сетей наибольшие успехи демонстрируют страны объединенной Европы, США, Япония, Китай, Республика Корея, Австралия. С технической точки зрения «умные» сети пока нельзя отнести к прорывным решениям ввиду того обстоятельства, что их развитие базируется на известных принципах и технологиях.

В целом в современном сетевом хозяйстве идет процесс глубокой модернизации. Внедряется более эффективное, надежное и безопасное оборудование, при этом обновленные сети и структуры продолжают выполнять функцию замыкающих технологий для текущего технологического уклада.

Отметим, что трансформация, цифровизация мировой энергетики в канве традиционных и новых технологий обеспечивает загрузку машиностроительного, химического, строительного металлургического комплексов, других отраслей хозяйства, не требуя их коренной перестройки, а также устойчивое расширение спроса на электрооборудование во всех сферах хозяйства. Основными выгодоприобретателями от этих процессов становятся ведущие мировые корпорации, обладающие высоким научно-техническим заделом и потенциалом, развитой производственной базой и торгово-сбытовой инфраструктурой. Соперничество глобальных ТНК и новых участников рынка представляется сложным процессом, особенно в условиях девальвации международных норм и правил, поэтому для продвижения продукции и услуг на мировые рынки последним потребуются значительные ресурсы и «умные» стратегии конкурентной борьбы.

Взгляд в будущее

Прогнозированием процессов развития мирового хозяйства и энергетики, в частности, как в общих чертах, так и по отдельным отраслям, занимаются многочисленные коллективы ученых и специалистов [10; 11; 12].

В табл. 5 отражены наиболее важные ожидаемые технологические рубежи, за которыми могут происходить качественные сдвиги в производстве и потреблении топливно-энергетических товаров. Данная идея не претендует на статус консенсус-прогноза или авторской находки, а представляет попытку упорядочить и осмыслить возможные события будущих периодов.

Отталкиваясь от представленных выше соображений, энергетику будущего следует наделить такими чертами, как неисчерпаемость энергоресурсов, низкий уровень выбросов в окружающую среду, надежность, эффективность, доступность, согласованность в развитии на глобальном уровне (табл. 6).

Т а б л и ц а 5

События, способные оказать влияние на ход развития мировой энергетики на обозримом временном горизонте и за его пределами

Год, времен- ной период	Событие
2018–2019 гг.	Ветровая и солнечная энергетика – снижение капитальных затрат на создание мощностей, достижение ценового паритета в строительстве газовых электростанций, ВЭУ и СЭС
2025 г.	Ветроэнергетика – снижение стоимости выработанной электроэнергии, достижение ценового паритета ветровой электроэнергии и электроэнергии, произведенной с использованием газовых ТЭС
2025 г.	Солнечная энергетика – ценовой паритет электроэнергии, выработанной с использованием СЭС и газовых ТЭС
2030 г.	Передача электроэнергии постоянным током – создание доступных сверхпроводимых материалов и промышленных технологий изготовления кабелей, снижение стоимости технологий и оборудования до уровня, позволяющего масштабировать проекты дальней передачи, создание активно-адаптивных сетей, объединяющих генераторы различных видов, типов и мощности
2035 г.	Газогидраты – промышленная добыча, снижение стоимости газа и нефти на международных рынках, сокращение дальнемагистральной торговли углеводородами
	В США – резкое сужение ресурсной базы атомной отрасли (истощение национальных запасов уранового сырья)
	Промышленность, транспорт, частный сектор – расширение доли оборудования, транспортных средств, использующих электропривод и являющихся частью активно-адаптивных электроэнергетических сетей
2040 г.	Угольная отрасль – сокращение в два раза глобального потребления угля (по сравнению с аналогичным показателем 2018 г. при реализации мировым сообществом сценария устойчивого «чистого» развития)
2040–2045 гг.	Транспорт и дорожная инфраструктура – интеграция в общие энерго-информационные сети, развитие технологий шеринга на транспорте высокими темпами
2045–2050 гг.	Металлургия – сокращение в два раза потребления энергии по сравнению с аналогичным показателем 2018 г.
	Возобновляемая энергетика – выход на стадию зрелости, использование ВИЭ в качестве переменной составляющей мирового энергоснабжения, в глобальной структуре энергопотребления удельный вес ВИЭ – более 40%, в структуре суммарного потребления ФРГ – около 60%
	Энергия тепла Земли – устойчивое расширение глобальных мощностей, в США – повышение до 10% доли геотермальной энергии, до 10% доли в расходной части национального энергобаланса
	Аккумуляция и хранение энергии – создание промышленных структур на базе пневматических устройств (сжатый воздух), литий-ионных, твердотельных и иных типов батарей, аккумуляторов «металл – воздух», водородных, гидроаккумуляторных систем
	Сверхтехнологический прорыв ведущих стран мира, антропологический поворот (широкое применение и дальнейшее развитие киберфизических систем, расшифровка сознания человека, трансгуманизм)
2050–2075 гг.	Исчерпание мировых запасов природного урана, экономически доступного для извлечения, который используется в реакторах на быстрых нейтронах (с точки зрения знаний и технологий начала XXI в.)
2050–2100 гг.	Атомная отрасль – освоение реакций термоядерного синтеза, в которых применяются дейтерий и литий – почти неисчерпаемый источник энергии (их природных запасов может хватить на миллионы лет). По уровню капитальных вложений и эксплуатационных затрат – наиболее дорогой вид генерации

Т а б л и ц а 6

Рамочные параметры мировой энергетики нового облика

Требования со стороны экономики и общества	Примечание
Применение неисчерпаемых (достаточных в неограниченной перспективе) источников энергии	В первой половине XXI в. – это атомная энергия (реакторы-размножители, термоядерный синтез), возобновляемые источники энергии, водород, газогидраты, нетрадиционный газ. В очень отдаленной перспективе – новые источники производства энергии, расположенные внутри земного шара, в атмосфере, стратосфере, космосе на геостационарной орбите, топливо, поставляемое с других объектов Солнечной системы и другие виды энергоносителей
Снижение уровня негативного влияния на окружающую среду	Совершенствование современных и внедрение новейших природоподобных технологий
Согласованность развития экономики и энергетики (синхронная соразмерность)	В национальном, региональном и глобальном масштабах
Создание общей энергетической сети	Глобальная энергетическая сеть, включающая трансграничные магистральные линии электропередачи на дальние расстояния, централизованные хранилища энергии, мощные узловые центры, интеллектуальные распределительные сети
Повышение надежности и эффективности энергообеспечения потребителей на необходимом и достаточном уровне, оптимизация энергопотребления	Коренная трансформация сектора потребления, переход преимущественно на использование электроэнергетики

Торговля топливно-энергетическими товарами

В экономическом и организационном плане в мировом энергетическом хозяйстве проводится политика по изменению традиционных бизнес-моделей с целью увеличения возможностей для привлечения государственного и частного капитала, т. е. расширения имеющихся и создания новых рыночных ниш, вовлечения в рыночные отношения широкого круга лиц, оптимизации потребления ресурсов.

В этой связи в обозримой перспективе в торговле топливно-энергетическими товарами возможны такие изменения, как:

- сокращение дальнемагистральных поставок первичных и вторичных энергоносителей с использованием трубопроводного транспорта из-за расширения локального производства энергии (на базе местных видов топлива и ВИЭ), повышения «гибкости» в сфере транспортировки продукции (например, газа – в виде СПГ, СУГ, твердого топлива – путем предва-

рительного гранулирования, брикетирования, перевода в жидкую и газообразную фазы, электроэнергии – с использованием технологий дальней передачи, аккумулирования, энерго-информационных сетей);

- децентрализация торговли ввиду развития локальной генерации (с целью достижения уровня самообеспеченности энергией), расширения числа хозяйствующих субъектов, деятельность которых основана на принципе свободы выбора контрагентов и условий сотрудничества, формирования новых рыночных ниш на стыке отраслей и сфер хозяйствования;

- трансформация рыночных отношений, механизмов функционирования рынков топливно-энергетических товаров ввиду переключения на сетевые технологии (Интернет всего). Кроме того, возможны такие изменения, как использование в качестве меры различных величин, например, стоимость единицы электроэнергии, расширение альтернативных форм расчетов – взаимозачет, коллективное пользование, взаимный обмен на электроэнергию, иные товары, услуги).

Цифровизация в Российской Федерации

Долгосрочные планы развития Российской Федерации в сфере новых технологий нацелены на преодоление больших вызовов, разработку отечественных технологий и решений, отвечающих на них наиболее эффективно. В числе основных из них – Стратегия развития информационного общества на 2017–2030 годы, Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года.

В стране действует ряд государственных программ (Программа научно-технологического развития, программа «Цифровая экономика Российской Федерации»), две федеральные целевые программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

В 2018 г. завершена работа над дорожными картами научно-технологической инициативы (НТИ) по направлениям «Энерджинет» и «Технет», рассчитанные на период до 2035 г.

В плане «Энерджинет» («Интернет энергии») намечены меры по развитию и продвижению на локальные и международные рынки высокотехнологичной продукции и услуг, созданию гибких распределительных сетей, объектов распределенной генерации (в том числе гибридных систем, состоящих из оборудования на базе возобновляемых источников энергии, углеводородного топлива, включая местные виды топлива, накопители, системы управления и распределения электрической энергии), потребительских сервисов (в сегментах транспортировки, торговли, распределения и других сферах). Главным ожидаемым результатом реализации является создание правового поля, позволяющего разрабатывать и внедрять

новые технологии, продукты, услуги, расширить количество и улучшить качество услуг в сфере энергоснабжения, оказываемых с применением новых бизнес-моделей, сформировать класс активных потребителей (энергетических комплексов), организаций-агрегаторов и других сервисных организаций в сфере интеллектуальной энергетики, создать условия для развития интеллектуальной энергетики в труднодоступных, изолированных и удаленных территориях, расширить рынок систем хранения электрической энергии, в секторе регулирования поставок и потребления электрической и тепловой энергии реализовать пилотные проекты в рамках новых бизнес-моделей.

Завершающие обобщения

За последние 30 лет учеными так и не были предъявлены принципиально иные способы добычи, выработки, передачи, преобразования и аккумулирования энергии. Цифровизация, внедрение других передовых технологий из категории НБИКС позволяют облагородить технологический облик мировой энергетики, расширить границы доступности первичных ресурсов, т. е. действовать в эволюционном ключе по принципам «не навреди», «переходить реку, нащупывая камни».

Глобальное первенство в разработке и внедрении НБИКС-технологий в отрасли топливно-энергетического комплекса (ТЭК) принадлежит развитым экономикам – США, Канаде, Великобритании, Германии, Франции, Японии, Республике Корея. Россия, как и другие страны БРИКС, занимает лидирующие позиции в мире по отдельным направлениям. Наша страна активизировала усилия по разработке и внедрению в отрасли топливно-энергетического комплекса природоподобных технологий лишь в последние несколько лет, например, в рамках задач по вынужденному импортозамещению. Один из факторов, ускоривших данные процессы, – повышение «токсичности» внешней среды. Многие государства мира занимают выжидательную позицию ввиду отсутствия у них необходимых ресурсов для проведения подобной политики и по другим причинам.

Продвижение НБИКС-технологий на глобальном уровне формирует устойчивый спрос на электрооборудование во всех сферах хозяйства, включая ТЭК, обеспечивает загрузку высокотехнологичных производств, отраслей машиностроительного, химического, строительного и металлургического комплексов.

В дальнейшем процесс цифровизации, вероятно, приведет к значительной коррекции глобальной торговли топливно-энергетическими товарами, девальвирует значение дальнемагистральных поставок сырья и углеводородной продукции нижних переделов.

Массовое создание активно-адаптивных электроэнергетических сетей и расширение сетевых способов производства/распределения/накопления/потребления/торговли/обмена электроэнергией могут способствовать развитию имеющихся и созданию новых рыночных ниш и технологий (например, энергошеринга), путей приложения капитала в его различных формах. Возможно, что в отдельных случаях в качестве меры будет использоваться единица энергии, а электроэнергия станет одной из форм платежа.

Идеи трансформации мировой энергетики под влиянием НБИКС-технологий не лишены эвристического подхода и здравого смысла, но имеют также и политическую подоплеку, иногда популистского характера, что позволяет манипулировать общественным сознанием и мнением, уводить рассуждения с аргументированного дискурса об использовании топливно-сырьевых ресурсов, поставляемых отдельными крупными нетто-экспортерами на мировые и региональные рынки.

Вероятно, за рамками обозримой перспективы человечество сможет осуществить замысел по переходу от углеводородной к низкоуглеродно-электрической экономике, в которой базовая часть потребляемой электроэнергии и водород вырабатываются на основе энергии атома и газа (нетрадиционного, газогидратов, синтеза газа и других видов), а возобновляемые и частично возобновляемые ресурсы служат вспомогательным источниками энергии. В новом мире ключевым подходом к производству и потреблению энергии может стать принцип «от каждого по возможности – каждому по потребности». Для получения этого результата необходимо применить качественно иные знания, подходы и технологии. Данная масштабная задача может быть решена путем объединения усилий мирового научного и экспертного сообщества.

Список литературы

1. Газогидраты: технологии добычи и перспективы разработки, 2013. – Декабрь. – URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/1437.pdf>.
2. Иванов А. С., Матвеев И. Е. Современная мировая энергетика и ее балансировка ведущими экспортерами // Бурение и нефть. – 2018. – Октябрь. – URL: <https://burneft.ru/archive/issues/2018-10/4>
3. Иванов А. С., Матвеев И. Е. Современная мировая энергетика и ее балансировка ведущими экспортерами // Бурение и нефть. – 2018. – № 10. – С. 2–7.
4. Иванов А. С., Матвеев И. Е. Мировой рынок энергоресурсов в сплетении геополитических реалий на пороге 2017 года // Российский внешнеэкономический вестник. – 2017. – Т. 2017. – № 1. – С. 17–31

5. *Матвеев И. Е.* Системы передачи постоянного тока: текущее состояние и перспективы развития. – 2017. – Июль 3. – URL: [http:// matveev-igor.ru/articles/354343](http://matveev-igor.ru/articles/354343).
6. *Мичурин И. В.* Итоги шестидесятилетних трудов по выведению новых сортов плодовых растений. – 3-е изд. – М., 1934.
7. Энергетика мира. Переводы докладов IX Мировой энергетической конференции 1974 г. / под общ. ред. П. С. Непорожного. – М. : Энергия, 1976.
8. Bedeutung der thermischen Kraftwerke fuer die Energiewende, Verein der Kohlenimporteure e. V. – Berlin, 2012. – November 7. – P. 40. – URL: https://www.kohlenimporteure.de/files/user_upload/download/diverses/Prognos_StudiezurBedeutungderthermischenKraftwerke.pdf.
9. BP Statistical Review of World Energy 2018, British Petroleum. – P. 54. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>.
10. BP Technology Outlook 2018, British Petroleum. – P. 70. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/technology/bp-technology-outlook-2018.pdf>.
11. Energieeffizienz in Zahlen: Entwicklungen und Trends in Deutschland 2018, BMWi, 2018. – August, Einbericht. – P. 82. – URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=8.
12. Jahresbericht 2018, Verein der Kohlenimporteure e. V. – P. 132. – URL: <https://www.kohlenimporteure.de/publikationen/jahresbericht-2018.html>.
13. Smith Weekly International, Ltd. Nuclear Energy, The Best Investment of the Decade, Special Report, 2017, April. – P. 53.
14. The Global Smart Grid Federation (GSGF), Microgrid Working Group, Report, 2017. – August. – P. 30. – URL: <http://globalsmartgridfederation.org/report/category/21>.
15. The Global Smart Grid Federation (GSGF), Power Grid Electrical Energy Storage, Working Group, Report, 2016. – January. – P. 48. – URL: <http://globalsmartgridfederation.org/report/category/21>.
16. Wirkung der Maßnahmen der Bundesregierung innerhalb der Zielarchitektur zum Umbau der Energieversorgung, Einbericht, BMWi, 31.01.2018. – P. 294. – URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/wirkung-der-massnahmen-der-bundesregierung-innerhalb-der-zielarchitektur-zum-umbau-der-energieversorgung.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
17. World Economic Forum, Fostering Effective Energy Transition 2018. – URL: <http://reports.weforum.org/fostering-effective-energy-transition-2018/ranking/?code=wr123>.

References

1. Gazogidraty: tekhnologii dobychi i perspektivy razrabotki [Gas Hydrates: Production Technologies and Development Prospects, 2013, December. (In Russ.). Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/1437.pdf>.
2. Ivanov A. S., Matveev I. E. Sovremennaya mirovaya energetika i ee balansirovka vedushchimi eksporterami [Modern World Energy and its Balancing by Leading Exporters], *Burenie i neft'*, [Drilling & Oil], 2018, Okt'yabr'. (In Russ.). Available at: <https://burneft.ru/archive/issues/2018-10/4>
3. Ivanov A. S., Matveev I. E. Sovremennaya mirovaya energetika i ee balansirovka vedushchimi eks-porterami [The World Energy Market of Today Having Been Balanced by The Leading Exporters], *Burenie i neft'* [Drilling & Oil], 2018, No. 10, pp. 2–7. (In Russ.).
4. Ivanov. A. S., Matveev I. E. Mirovoy rynek energoresursov v spletenii geopoliticheskikh realiy na poroge 2017 goda [The World Energy Market in the Interweaving of Geopolitical Realities on the Threshold of 2017], *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Vestnik], 2017, Vol. 2017, No.1, pp. 17–31.
5. Matveev I. E. Sistemy peredachi postoyannogo toka: tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya [DC Transmission Systems: Current State and Development Prospects], 2017, July 3. (In Russ.). Available at: <http://matveev-igor.ru/articles/354343>.
6. Michurin I. V. Itogi shestidesyatiletних trudov po vyvedeniyu novykh sortov plodovykh rasteniy [The Results of Sixty Years of Work on the Development of New Varieties of Fruit Plants]. 3d ed. Moscow, 1934. (In Russ.).
7. Energetika mira. Perevody dokladov IX Mirovoy energeticheskoy konferentsii 1974 g. [Energy in the World. Translations of Reports of the IX World 65 Energy Conference 1974. Edited by P. S. Neporozhnyy. Moscow, Energiya, 1976. (In Russ.).
8. Bedeutung der thermischen Kraftwerke fuer die Energiewende, Verein der Kohlenimporteure e. V. Berlin, 2012. November 7, p. 40. Available at: https://www.kohlenimporteure.de/files/user_upload/download/diverses/Prognos_StudiezurBedeutungderthermischenKraftwerke.pdf.
9. BP Statistical Review of World Energy 2018, British Petroleum, p. 54. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>.
10. BP Technology Outlook 2018, British Petroleum, p. 70. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/technology/bp-technology-outlook-2018.pdf>.

11. Energieeffizienz in Zahlen: Entwicklungen und Trends in Deutschland 2018, BMWi, 2018, August, Einbericht, p. 82. Available at: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=8.
12. Jahresbericht 2018, Verein der Kohlenimporteure e. V., p. 132. Available at: <https://www.kohlenimporteure.de/publikationen/jahresbericht-2018.html>.
13. Smith Weekly International, Ltd. Nuclear Energy, The Best Investment of the Decade, Special Report, 2017, April, p. 53.
14. The Global Smart Grid Federation (GSGF), Microgrid Working Group, Report, 2017, August, p. 30. Available at: <http://globalsmartgridfederation.org/report/category/21>.
15. The Global Smart Grid Federation (GSGF), Power Grid Electrical Energy Storage, Working Group, Report, 2016, January, p. 48. Available at: <http://globalsmartgridfederation.org/report/category/21>.
16. Wirkung der Maßnahmen der Bundesregierung innerhalb der Zielarchitektur zum Umbau der Energieversorgung, Einbericht, BMWi, 31.01.2018, p. 294. Available at: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/wirkung-der-massnahmen-der-bundesregierung-innerhalb-der-zielarchitektur-zum-umbau-der-energieversorgung.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
17. World Economic Forum, Fostering Effective Energy Transition 2018. Available at: <http://reports.weforum.org/fostering-effective-energy-transition-2018/ranking/?code=wr123>.

Сведения об авторе

Игорь Евгеньевич Матвеев
кандидат экономических наук,
заместитель директора ВНИКИ.
Адрес: АО «Всероссийский
научно-исследовательский
конъюнктурный институт»,
119285, Москва, ул. Пудовкина, д. 4.
E-mail: Matveev.vniki@ya.ru

Information about the author

Igor' E. Matveev
PhD, Deputy Director
of All-Russia Research Institute
of Market Research.
Address: All-Russia Research Institute
of market Research, 4, Pudovkina str.,
Moscow, 119285, Russian Federation.
E-mail: Matveev.vniki@ya.ru