УДК 334.8
JEL E17, L9
DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138

Эволюция прогнозов развития мировой и российской энергетики: способ ответа на экономические вызовы

В. М. Маркова [1, 2], В. Н. Чурашев [1]

[1] *Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН*
Новосибирск, Россия

[2] *Новосибирский национальный исследовательский государственный университет*
Новосибирск, Россия

Аннотация

На основе анализа отчетов крупных мировых организаций показано, что энергетическое прогнозирование является одним из важных направлений прогнозирования общественного развития, поскольку во многом определяет направления развития других отраслей национальных хозяйств и мира в целом. Выполнены описание и классификация прогнозов развития энергетики (с описанием целей, ориентиров и сценариев, мировой экономической ситуации в период выполнения прогноза). Показано, что у многих организаций за 2000–2018 гг. менялись предпосылки, ориентиры и образ будущего энергетики и, как следствие, пересматривались варианты развития мировой энергетики. Учет неопределенности в динамике привел к появлению множества вариантов прогнозов, новые события в мире порождают новые «ветки» прогнозов. Проанализированы изменения в технологической и пространственной структуре генерации, структуре потребления ТЭР, мощности энергетики, региональные сдвиги в энергетике в период 2000–2018 гг. Выделены ключевые тренды развития энергетики в России и мире. Показано, что конфликт между новыми технологиями и прежней организацией энергосистемы демпфируется исключительно за счет поддержки, оказываемой экологически чистой энергетике на национальном уровне – со стороны государства, на мирохозяйственном уровне – всеми ключевыми субъектами международного сообщества. Показано, что есть глобальные мировые тренды, связанные с эволюцией технологий, но правила регулирования, тренды в энергетической политике, конфигурация рынка, которую выбирают разные регионы мира для решения одних и тех же проблем, очень разные.

Ключевые слова

энергетика, прогнозирование, сценарии, тренды развития, мировое энергетическое агентство, структура потребления энергетических ресурсов

Источник финансирования

Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН в рамках проекта XI.172.1.1. (АААА-А17-117022250132-2) «Интеграция и взаимодействие отраслевых систем и рынков в России и ее восточных регионах: ограничения и новые возможности».

Для цитирования

Маркова В. М., Чурашев В. Н. Эволюция прогнозов развития мировой и российской энергетики: способ ответа на экономические вызовы // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20, № 3. С. 108–138. DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138

© В. М. Маркова, В. Н. Чурашев, 2020

Evolution of Forecasts for the World and Russian Energy Development: A Way to Respond to Economic Challenges

V. M. Markova [1, 2], **V. N. Churashev** [1]

[1] *Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS*
Novosibirsk, Russian Federation

[2] *Novosibirsk National Research State University*
Novosibirsk, Russian Federation

Abstract

Based on the analysis of various reports of the large world organizations, the article shows that energy forecasting is an important part of forecasting social development, as it largely determines the development vectors of other sectors of national economy and the world as a whole. The paper gives the description and classification of energy development forecasts, i.e. the description of goals, benchmarks and scenarios, global economic situation during the forecast implementation period, etc. It is shown that many organizations have changed the prerequisites, guidelines and the vision of future energy development over time; as a result, the possible options for the development of world energy have been revised. The major uncertainties in the dynamics have led to the emergence of many forecast options, whereas new developments in the world give rise to new types of forecasts. Changes in the technological and spatial structure of generation, the structure of fuel and energy consumption, energy capacity, regional shifts in energy in the period 2000–2018 were analyzed. Key trends in energy development in Russia and the world were highlighted. It is shown that the conflict between new technologies and the previous energy systems is dampened solely due to the support of clean energy at both national and world economic levels by the major actors of the international community.

Keywords

energy, forecasting, scenarios, development trends, International Energy Agency (IEA), structure of fuel and energy consumption

Funding

The research was carried out with the plan of IEIE SB RAS, project XI.172.1.1. № AAAA-A17-117022250132-2

For citation

Markova V. M., Churashev V. N. Evolution of Forecasts for the World and Russian Energy Development: A Way to Respond to Economic Challenges. *World of Economics and Management*, 2020, vol. 20, no. 3, p. 108–138. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138

Последняя четверть XX в. ознаменовалась усилением внимания научной общественности к долгосрочным социально-экономическим и научно-техническим прогнозам. Этому в немалой степени способствовали серьезные экономические и энергетические проблемы, обострившиеся в 1970-е гг., а также осознание грядущих ресурсных и экологических угроз. Достоверный энергетический прогноз является ключевым элементом решения вопросов перспективного обеспечения энергетической безопасности. Энергетическое прогнозирование является одним из важных направлений прогнозирования общественного развития, поскольку стратегия развития этой отрасли во многом определяет направления развития других отраслей национальных хозяйств и мира в целом.

Цель прогнозирования состоит в создании научных предпосылок, включающих научный анализ тенденций развития экономики и энергетики; вариантное предвидение предстоящего развития общественного воспроизводства, учитывающее как

сложившиеся тенденции, так и намеченные цели; оценку возможных последствий принимаемых решений; обоснование направлений социально-экономического и научно-технического развития для принятия управляющих решений.

Новые энергетические прогнозы, отражающие различные точки зрения на будущее энергетики, появляются в мире каждый год. Они имеют разную методологическую и статистическую базу, разные цели, видение технологического будущего энергетики, масштабов и динамики развития, направлены на удовлетворение и согласование интересов разных субъектов экономики, ориентированы на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу.

В статье проведен анализ прогнозных документов, подготовленных в период 2000–2019 гг., влияние экономического локдауна и мероприятий различных региональных правительств, призванных уменьшить влияние пандемии коронавирусной инфекции, в статье не проводилось. Оценку подобного рода можно будет дать только в 2021 г.

Итоги развития мировой энергетики 2000–2018: изменение структуры, региональные сдвиги

Независимо от вида и назначения все методики прогнозирования в качестве первого этапа включают установление устойчивых тенденций развития за ретроспективный (аналитический) период. В 2000 г. общий объем потребления первичных энергетических ресурсов составлял 9 753 бте, а в 2018 г. превысил 13 869 бте, прирост потребления первичных энергоресурсов составил более 3 960 бте, или 29 %. Столь масштабный прирост вызвал изменения в региональной структуре (значительно выросло потребление в Азии), тогда как топливная структура изменялась меньшими темпами (рис. 1).

Структура и мощности генерации в 2000 г. имели совершенно другое значение по сравнению с текущей ситуацией. В 2000 г. в структуре мощности мировой энергетики преобладали станции на ископаемом топливе, при этом структура мощности по видам генерации между странами различалась несущественно (табл. 1). Из данных табл. 1 видно, что в 2000 г. в структуре мощности мировой энергетики доминировали станции традиционной энергетики (почти 99 %), из которых на долю станций, потребляющих ископаемое топливо, приходилось 67,7 % (47,6 % – уголь, 20,1 % – природный газ и жидкое топливо), мощности крупных ГЭС составляли 20,7 %, а на долю атомной энергетики приходилось 10,5 %. Доля мощностей нетрадиционной энергетики (ветровая, солнечная, малые ГЭС и др.) составляла малую величину – 1,1 %.

Страновые различия величины доли традиционной энергетики были незначительны, например, США – 95,3 %, Европа – 96, 4 %, Китай – 99,8 %. Но по видам генерации пространственная структура мощности различалась существенно. Так, доля ТЭС на угле в Китае составляла 70,4 против 47,6 % в среднем по миру, доля атомной энергетики – 1,9 против 10,5 % в среднем по миру.

За рассматриваемый период (2000–2018 гг.) суммарная установленная мощность в мире выросла почти в 2 раза (рис. 2, табл. 2), и существенную роль в этом сыграл Китай, где установленная мощность увеличилась в 5 раз, тогда как в Европе рост составил 1,6 раза, а в США – 1,4 раза.

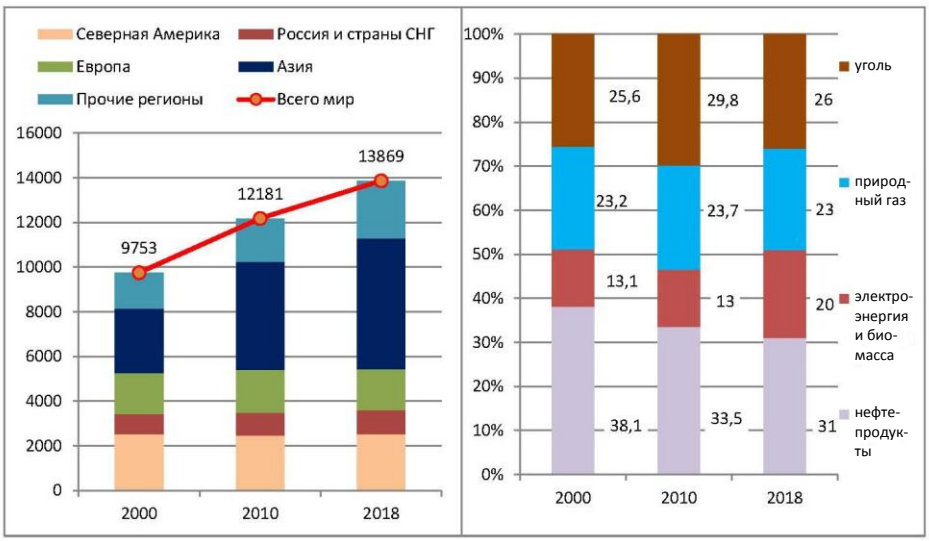

Рис. 1. Объем и структура потребления первичных ТЭР по регионам и видам энергоресурсов

Fig. 1. Volume and structure of primary fuel and energy consumption by the regions and types of energy resources

Источники:

World Energy Outlook-2000. International Energy Agency. Paris, 2000, 444 p.; World Energy Outlook-2005. International Energy Agency. Paris, 2005, 486 p.; World Energy Outlook-2010. International Energy Agency. Paris, 2010, 472 p.; World Energy Outlook-2012. International Energy Agency. Paris, 2012, 512 p.; World Energy Outlook-2015. International Energy Agency. Paris, 2015, 484 p.; World Energy Outlook-2018. International Energy Agency. Paris, 2018, 322 p. URL: https://www.iea.org/weo/;

BP Statistical review of World Energy-2018. British Petroleum-BP, 2018, 56 p. URL: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf;

Статистический ежегодник мировой энергетики. URL: https://yearbook.enerdata.ru

В настоящее время по-прежнему в мировой структуре мощности и производства электроэнергии продолжает доминировать традиционная энергетика, правда, ее доля снизилась до 83,4 %. Более всего упала доля угольных ТЭС (с 47,6 до 30,9 %), уменьшились также доли АЭС (с 10,5 до 6,2 %) и крупных ГЭС (с 20,7 до 18,0 %), а вот доля ТЭС на природном газе и жидком топливе увеличилась с 20,1 до 30,9 %.

В середине первого десятилетия сформировался тренд на развитие распределенной энергетики, под которой понимается совокупность электростанций, расположенных близко к месту потребления энергии и подключенных либо непосредственно к потребителю, либо к распределительной электрической сети и использующих ископаемое топливо или источники энергии, которые естественным образом воспроизводятся в краткосрочной перспективе (ВИЭ), в том числе неуглеродные технологии, такие как солнечная энергия, гидроэнергия и ветер, а также углеродно-нейтральные технологии, такие как биомасса.

Таблица 1

Мощности в разрезе видов генерации в 2000 г.

Table 1

Capacity by generation types in 2000

Вид генерации	Европейский союз		Китай		США		Россия		Мир	
	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%
Традиционная энергетика	660,7	96,4	333,2	99,8	773,6	95,3	211,9	98,8	3399,8	98,9
ТЭС на природном газе и жидком топливе	223,2	32,6	13,0	3,9	281,4	34,7	87,7	40,9	690,0	20,1
ТЭС на угле	168	24,5	235	70,4	315,1	38,8	57,9	27,0	1636,0	47,6
АЭС	136,6	19,9	6,2	1,9	97,7	12,0	23,5	11,0	361,0	10,5
Крупные ГЭС	132,9	19,4	79,0	23,7	79,4	9,8	42,8	20,0	712,8	20,7
Нетрадиционная энергетика	20,3	3,0	0,5	0,1	37,4	4,6	2,5	1,2	37,5	1,1
Ветровая	12,7	1,9	0,5	0,1	10,1	1,2	0,4	0,2	30,5	0,9
Солнечная	0,2	0,0	0	0,0	5,5	0,7	–		7,0	0,2
Прочие виды	7,4	1,1	0	0,0	21,8	2,7	2,1	1,0		0,0
Всего	685,2		334		811,7		214,4		3437,3	

Источники:

World Energy Outlook-2000. International Energy Agency. Paris, 2000, 444 p. URL: https://www.iea.org/weo;

BP Statistical review of World Energy-2018. British Petroleum-BP, 2018, 56 p. URL: https://www. bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/ energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf;

International energy outlook 2018. Energy Information Agency – EIA USA, Report Number: DOE/EIA-0484(2018), 2018, 82 p.

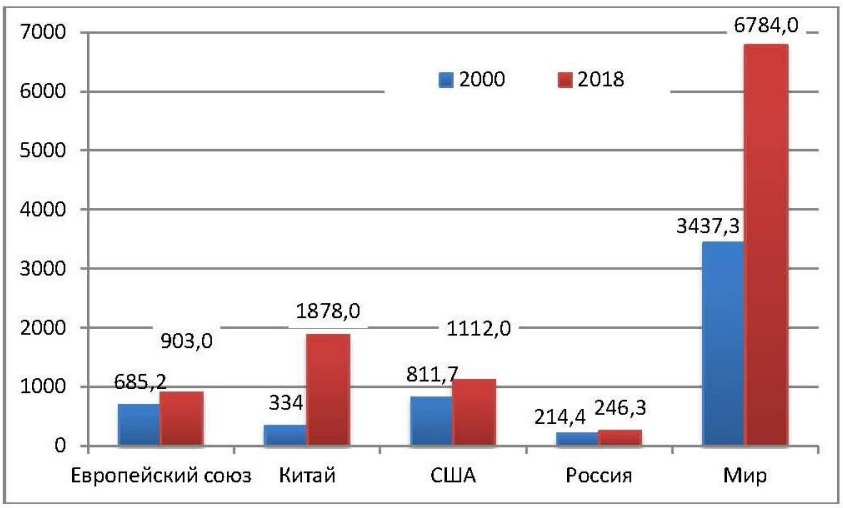

Рис. 2. Установленная мощность энергетики в 2000 и 2018 гг., ГВт
Fig. 2. Installed power generation capacity in 2000 and 2018, GW

Но скорость изменений существенно различается между странами. Развитие распределенной энергетики за счет ВИЭ могли позволить себе развитые страны. В ЕС по итогам 2018 г. ветроэнергетика опередила уголь и вышла на второе место по установленной мощности генерации после природного газа – 153,7 ГВт (а в 2019 – 189 ГВт). В последние годы бессменным лидером в области развития возобновляемой энергетики является Китай – по объему установленной генерирующей мощности ГЭС (341 ГВт), ВЭС (176 ГВт) и СЭС (176 ГВт), хотя доля традиционной угольной генерации остается значительной. В Индии при существенном росте объемов мощности (более 220 ГВт) сохраняется упор на угольную генерацию (прирост более 130 ГВт), тогда как ВИЭ хоть и увеличили долю, но развивались по остаточному принципу. В 2020 г. в условиях снижения энергопотребления из-за экономического локдауна доля ввода ВИЭ выросла, совокупная установленная мощность ВИЭ превысила в мире 2 500 ГВт [1].

Быстрые темпы развития ВИЭ породили у части аналитиков и политиков серьезные ожидания победы ее и «зеленой» экономики в целом в ближайшие десятилетия. В СМИ активно формируется образ «традиционной» энергетики как нежелательной и неэкологичной. Однако ситуация не столь однозначна. Интенсивный рост распределенной энергетики, прежде всего возобновляемой, приводит к нарастанию конфликта с существующей технологической и рыночной структурой отрасли.

[1] World Energy Outlook-2018. International Energy Agency. Paris, 2018, 322 p. https://www.iea.org/weo/; BP Statistical review of World Energy-2018. British Petroleum-BP, 2018, 56 p. URL: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf

Таблица 2

Мощности в разрезе видов генерации в 2018 г.

Table 2

Capacity by generation types in 2018

Вид генерации	Европейский союз		Китай		США		Россия		Мир	
	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%
Традиционная энергетика	**818,3**	**70,1**	**1527,0**	**81,3**	**921,0**	**82,8**	**242,8**	**98,6**	**5612**	83
ТЭС на природном газе и жидком топливе	339	29,0	91	4,8	500	45,0	126,25	51,3	1977	29,1
ТЭС на угле	152	13,0	1044	55,6	243	21,9	38,5	15,6	2104	31,0
АЭС	127	10,9	52	2,8	99	8,9	30,3	12,3	362	5,3
Крупные ГЭС	201	17,2	340	18,1	79	7,1	47,8	19,4	1169	17,2
Нетрадиционная энергетика	**349,3**	**29,9**	**360,5**	**19,2**	**191,0**	**17,2**	**3,5**	**1,4**	**1202,0**	**17,7**
Ветровая	189	16,2	176	9,4	95	8,5	0,18	0,1	556	8,2
Солнечная	115	9,8	176	9,4	56	5,0	1,36	0,6	496	7,3
Биомасса	38	3,3	2	0,1	14	1,3	0	0,0	120	1,8
Малые ГЭС	3	0,3	6	0,3	2	0,2	2	0,8	12	0,2
Прочие виды	4,3	0,4	0,5	0,0	24	2,2	0	0,0	18	0,3
Всего	1167,6		1878		1112		246,3		6784	

Источники:

World Energy Outlook-2018. International Energy Agency. Paris, 2018, 322 p. URL: https://www.iea.org/weo/;

BP Energy Outlook 2017. British Petroleum-BP, 2017, 108 p. URL: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html/;

Макаров А. А. и др. Перспективы электроэнергетики в условиях трансформации мировых энергетических рынков [1].

В технологической сфере основные проблемы связаны с растущими сложностями интеграции в энергосистему больших объемов распределенных по сети источников, многие из которых имеют нерегулируемый режим работы (ветровые, солнечные установки). В результате меняются требования к «традиционной» тепловой генерации, которая вынуждена работать в полупиковом и пиковом режимах, компенсируя неравномерности выработки ветровых и солнечных электростанций, а также резервируя энергосистему от быстрого изменения рабочей мощности ВИЭ. Барьеры экономического характера обусловлены высокими удельными капитальными вложениями, которые вызывают необходимость поиска финансовых средств и увеличивают инвестиционные риски.

В настоящее время конфликт между новыми технологиями и прежней организацией энергосистемы демпфируется исключительно за счет поддержки, оказываемой экологически чистой энергетике на национальном уровне – со стороны государства, на мирохозяйственном уровне – всеми ключевыми субъектами международного сообщества [2] [2]. Однако по мере роста мощностей ВИЭ это становится все сложнее.

В период экономического кризиса 2009 и затем 2014 г. эти субсидии стали тяжелой ношей для бюджетов и населения стран ЕС. В настоящее время Евросоюз модифицирует стратегию в области ВИЭ с целью сократить объем субсидирования. Это неизбежно приведет к резкому сокращению темпов роста ВИЭ, срыву ранее согласованных целевых нормативов и сохранению зависимости от импорта углеводородов. В июне 2018 г. в Китае было принято решение о прекращении выдачи субсидий на строительство новых СЭС, поэтапном снижении «зеленых» тарифов и поощрении проектов, которые не требуют государственного субсидирования [3]. В 2020 г. в АТР на фоне сокращения потребления энергии в мире из-за пандемии коронавирусной инфекции произошел рост доли выработки «зеленых источников» [4].

Отдельного рассмотрения заслуживают проблемы развития угольной генерации. Выше было показано, что за период 2000–2018 гг. в мировой структуре мощности электроэнергетики более всего снизилась доля угольных ТЭС (с 47,6 до 30,9 %). Часть стран считает, что дальнейшее использование угля для производства электроэнергии не совместимо с реализацией задачи резкого снижения выбросов парниковых газов. Поэтому в 2017 г. на Международной конференции ООН по климату 20 государств объединились в альянс Powering Past Coal Alliance, предусматривающий прекращение использования угля в энергетике. В их числе Канада, Великобритания, Франция, Италия и др. Вместе с тем некоторые страны Евросоюза (например, Польша и Германия), формально разделяя стремление к экологически чистой энергетике, движутся в этом направлении существенно более медленными темпами. Стремление развивать угольную генерацию с целью уменьшить зависимость от импорта природного газа проявляли такие страны, как

---

[2] См. также: Новые прогнозы мировой энергетики и место России в ней // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2018. № 54, ноябрь. 24 с.

[3] Методы прогнозирования рынка энергетики // Капитал страны. URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/metody_prognozirovaniya_rynka_energetiki/.

[4] Неудобная правда о зеленой энергетике // Эксперт. 2016. № 49. URL: http://expert.ru/expert/2016/49/neudobnaya-pravda-o-zelenoj-energetike/.

Турция, Сербия, Косово, Босния и Герцеговина. В этих странах, в отличие от Западной Европы, не так сильно негативное отношение к угольным электростанциям [1] [5].

Вследствие этого с 2012 по 2015 г. в европейских странах было введено более 11 ГВт угольной генерации – почти в шесть раз больше, чем количество введенных газовых мощностей. Происходило это главным образом из-за изменений цен на энергоресурсы в Европе: цены на уголь в среднем снизились почти на 40 %, в то время как цены на газ, напротив, выросли более чем на 20 %. Таким образом, после кризиса 2008 г. экономические ценности оказались в Европе сильнее политических программ и целей. Однако в 2018 г. ряд угольных станций все же был закрыт [6]. Помимо изменений технологической и пространственной структуры генерации в развитии мировой энергетики выделяются следующие тренды.

Продолжающиеся рост энергопотребления и снижение энергоемкости экономики. За период 2014–2018 гг. ежегодный темп роста энергопотребления сохранялся на уровне 1,8 %. По оценкам экспертов, через 20 лет человечеству потребуется на 30 % больше энергии, чем сегодня, что связано с развитием мировой экономики, с ростом населения на планете, повышением качества жизни и уровня потребления. При этом рост экономик ряда государств уже несколько десятилетий не требует увеличения потребления энергии. В развитых странах происходит замедление роста энергопотребления, в них растет доля невостребованных генерирующих мощностей. Это достижение ценно еще и тем, что экономия энергетических ресурсов проходила в условиях снижения цен на энергоносители, которые становились более доступными для энергетиков. В то же время энергопотребление растет форсированно в развивающихся странах. Вследствие этого география и структура спроса на энергию смещаются в сторону стран АТР.

Повышение доступности энергоресурсов. В традиционные логистические цепочки встраиваются новые маршруты доставки энергоресурсов, идет интеграция региональных рынков в электроэнергетические системы крупных регионов мира.

Перестройка корпоративной и рыночной структуры отрасли. Жесткие вертикальные структуры повсеместно вытесняются гибкими сетевыми, а отрасли трансотраслевыми кластерами в качестве нового структурообразующего звена. Объем доходов и капитализация энергосетевых компаний превышает показатели сырьевых производителей.

Цифровизация энергетики. Технология интеллектуальных электрических сетей (SmartGrid) – это новые инновационные решения управления электрическими сетями на базе многофункциональных микропроцессорных устройств, интегрированных в единую информационную сеть, и автоматизированных систем технологического управления. Активно-адаптивные технологии перспективны для технических проектов модернизации как магистральных электрических сетей, так и распределительного электросетевого комплекса, что позволяет получить положительный эффект не только производителям, но и потребителям энергии.

---

[5] См. также: Угольная генерация: новые вызовы и возможности. М.: Сколково, 2019. URL: https://energy.skolkovo.ru/ru/senec/media/news/1844/.

[6] Carbon Brief. URL: https://www.carbonbrief.org/analysis-bp-significantly-upgrades-global-outlook-wind-solar-again/.

Сокращение горизонта планирования и прогнозирования («Мир стал быстрее»). Компании энергетического сектора всегда были склонны переходить на новые технологии уже после того, как закончится длительный период тестирования и оценки, иногда растягивающийся на несколько десятилетий. Однако в ближайшем будущем компаниям электроэнергетики придется полностью изменить свой подход к внедрению инноваций и технологий, или их будут все активнее оттеснять на «обочину» по мере того, как волны преобразований будут обрушиваться на этот сектор.

Адекватный ответ на все эти вызовы возможен только при наличии устойчивой инновационной системы в сфере энергетики для обеспечения ее высокоэффективными технологиями и оборудованием, научно-техническими и инновационными решениями в объемах, необходимых для поддержания энергетической безопасности [7].

Мировые энергетические прогнозы, анализ приоритетов и целей в документах 2000–2018 гг.

К наиболее авторитетным и глобальным, предполагающим комплексное видение, можно отнести около 10–15 публикаций (International Energy Agency – IEA: Energy Technology Perspectives (ETP) и Energy Tecnology Initiatives, Energy Information Administration US – EIA: International Energy Outlook, Европейской Комиссии: World Energy Technology Outlook-2050, ИНЭИ РАН: Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 г.), а также прогнозы сырьевых и общественных компаний и ассоциаций – ОПЕК, BP Royal, Dutch Shell, ExxonMobil, Гринпис, IRENA, Goldman Sachs, Bloomberg, Delloitte. Существуют и эпизодические отраслевые исследования (среди них форсайт-исследования, исследования и работы научных организаций (ведущие зарубежные и российские вузы, НИИ, тематические сообщества)).

За период 2000–2018 гг. при разработке прогнозных документов в соответствии с вектором развития экономической ситуации, возникновением крупных событий, сменой приоритетов в технологиях у многих организаций менялись предпосылки, ориентиры и образ будущего энергетики и, как следствие, пересматривались варианты развития мировой энергетики. Учет неопределенности в динамике приводит к появлению множества вариантов прогнозов, новые события в мире порождают новые «ветки» прогнозов.

Претерпевали изменения и основные требования к энергетике, менялись их приоритетность и вес. Можно говорить, что с 2000 г. в мире произошла смена энергетической парадигмы. Если в XX в. ориентация была на обеспечение доступной и надежной энергией для развития экономики, то в XXI в. при сохранении требований к доступности энергии главный вектор – декарбонизация энергетики, усиление роли ВИЭ при параллельном размытии границ топливных рынков и при этом достижение минимизации совокупных затрат [2].

[7] Новые прогнозы мировой энергетики и место России в ней // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2018. № 54, ноябрь. 24 с.

Прогнозирование мировой энергетики – довольно политизированная область: прогнозы могут отражать интересы организаций-составителей и даже выступать в качестве инструментов лоббирования. Так, в позиции ОПЕК прослеживаются интересы нефтедобывающих стран; МЭА разделяет интересы развитых стран, импортирующих энергию; частные нефтегазовые корпорации заинтересованы в продвижении своей продукции.

Большинство современных исследователей ориентируются на отчет Мирового энергетического агентства, внося в свои прогнозы ряд дополнений и позволяя себе более широкие и радикальные прогнозы. Но в последние годы и альтернативные организации оказывают влияние на пересмотр прогнозов «мэтров».

В основе сценариев МЭА лежат долгосрочные прогнозы экономического роста, сделанные Всемирным банком и МВФ, роста населения – ООН.

Мировое энергетическое агентство – World Energy Agency. МЭА, ежегодно выпуская «Мировой энергетический прогноз» – World Energy Outlook (WEO) [8] и различные дополнения, является законодателем в установлении прогнозов, обладает устойчивым рациональным подходом и системой консультаций со странами-потребителями и производителями.

Попытка учесть скорость изменения в экономике и энергетике вынудило МЭА расширить количество сценариев (табл. 3): если до 2012 г. агентство задавало два варианта развития, то в WEO-2018 представлены уже четыре сценария энергетического развития до 2040 г. Однако широкий выбор возможных путей энергетического развития «на любой вкус» вряд ли можно назвать прогнозом. Во введении к своему обзору МЭА регулярно подчеркивает, что ни один из этих потенциальных путей не предопределен, а решающими в развитии того или иного сценария будут действия правительств, так как более 70 % глобальных инвестиций в энергетику будет управляться государством.

При этом ключевые предпосылки МЭА о долгосрочной динамике ВВП (на уровне 3,5–3,7 %) и численности населения (0,9–1 %) остаются практически неизменными с 2010 г. МЭА неоднократно подчеркивает, что сохранится значительная неравномерность темпов роста отдельных стран и регионов, будут появляться новые центры экономического роста и энергопотребления [9].

В табл. 3 показаны основные ключевые тенденции, закладываемые МЭА (и другими далее рассматриваемыми организациями) в своих прогнозах, а также ключевые события, повлиявшие на пересмотр темпов энергопотребления и структуры энергоносителей.

В 2017–2018 гг. появились новые предпосылки для уточнения прогнозов долгосрочного развития мировой энергетики, среди которых можно отметить изменения в экономической и энергетической политике Китая и США, адаптацию рынков ископаемых топлив к условиям низких цен, усиливающуюся политическую

[8] URL: https://www.iea.org/weo/; см. также: World Energy Technology Outlook-2050. OECD Publishing, 2014, 226 p.

[9] Атомная отрасль и общественный контроль (история вопроса, правовое регулирование, современная ситуация и перспективы). Беллона, 2018. 16 с. URL: http://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2018/08/public-control7.pdf; Экономисты назвали масштабы ошибок в прогнозах цен на нефть. РБК, 2018. 4 мая. URL:https://www.rbc.ru/economics/05/04/2018/5ac4f24b9a79473d61f1b3b8/.

Таблица 3

Тенденции и сценарии в прогнозах МЭА, 2000–2018 гг.

Table 3

Trends and Scenarios in IEA Forecasts (2000–2018)

Год прогноза	Название сценария	Ключевые тенденции	Ключевые события, вызвавшие пересмотр документов
2017–2018	Current Policy Scenario (CPS)	Предполагает сохранение текущих тенденций, а заявленные на нынешний день планы и цели не будут выполнены, рост потребления первичных энергоресурсов 1,8 % ежегодно	2016 г. – вступление в силу Парижского соглашения, снятие эмбарго с Ирана, 2017–2018 гг. – принятие решения о сокращении субсидирования «зеленой энергетики» в США, ЕС
	New Policy Scenario (NPS)	Будут реализованы политические цели и задачи в области энергетики, которые сегодня официально объявлены и зафиксированы	
	Sustainable Development Scenario (SDS)	Развитие мирового энергетического сектора, если будут выполнены климатические цели (зафиксированные в Парижском соглашении)	
	Future is Electric Scenario	Основной тезис – электричество играет более важную роль (ускоренная электрификация потребления энергии)	
2015	New Policies Scenario (Сценарий Новых Мер Экономической Политики)	Рост энергопотребления на 30 %, в основном за счет Индии, Китая, Африки, Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии. Рост доли неископаемых видов топлива в мировой структуре потребления с 19 до 25 %	2014 г. – мировой экономический кризис, падение цен на нефть
	Low oil prices Scenario (Сценарий Низких Цен на нефть)	Доля неископаемых топлив увеличится с 19 до 25 % в 2040 г. Среди ископаемых видов топлива природный газ – наименее углеродоемкий – единственный, доля которого будет расти	

Продолжение табл. 3

Год прогноза	Название сценария	Ключевые тенденции	Ключевые события, вызвавшие пересмотр документов
2012	New Policy Scenario (Сценарий новой политики)	Учитывает анонсированные меры энергетической политики. Учет сланцевой революции, понижение объемов добычи нефти	2011 г. – авария на Фукусиме, 2012 г. – учет сланцевой революции в США
	Current Policy Scenario (Сценарий текущей политики)	Политический курс поддерживается без изменений, энергопотребление в 2035 г. оказывается на 9 % выше, а доля ископаемых источников возрастает до 80 %	
	450 Scenario (зеленый «Сценарий 450»)	Рост мировой температуры ограничен 2°С к доиндустриальному уровню. энергопотребление на 14 % ниже, чем в базовом сценарии, как и вклад нефти, природного газа и угля – всего 63 %	
	Энергоэффективный мир	Показывает, чего можно достичь при систематическом и максимально широком внедрении доступных энергоэффективных технологий и лучших практик. Снижение энергопотребления на 14 % по сравнению с текущей политикой	
2010	Сценарий новых стратегий	Обязательства правительств будут осуществляться осмотрительно, спрос на первичную энергию увеличится на 36 или 20 % в год, доля ископаемых видов топлива в мировом потреблении первичных энергоресурсов незначительно уменьшается. Доля возобновляемых источников энергии в топливно-энергетическом балансе увеличивается с сегодняшних 13 до 18 %. Рост их за счет субсидий	2008 г. – мировой экономический кризис, 2009 г. – конференция ООН по изменению климата в Копенгагене, принятие Копенгагенского соглашения, учет снижения среднегодовой температуры

Окончание табл. 3

Год прогноза	Название сценария	Ключевые тенденции	Ключевые события, вызвавшие пересмотр документов
	Сценарий нынешних стратегий (ранее базовый)	Рост энергопотребления ежегодно на 1,5 %, доля ископаемых источников ¾, рост цен высокий	
	Сценарий 450 (впервые заявлен в 2008)	Высокая доля ВИЭ и атомной энергии. Рост цен низкий	
2005	Reference Scenario	Среднегодовой темп роста энергопотребления 1,6 % к 2030 г., доля ископаемого топлива к 2030 г. в общем приросте потреблении составит 80 %, доля ВИЭ не более 2 %	2004 г. – блэкауты (США, Китай)
2000	Reference Scenario	Учитывает меры энергетической политики после принятия Киотского протокола, среднегодовой темп роста энергопотребления 2 %, доля ископаемого топлива к 2020 г. в общем приросте потреблении составит 90 %, возможен резкий рост объема мировой торговли нефтью и газом	Террористические акты и техногенные катастрофы на Ближнем Востоке, в США
	Alternative Case	Высокая доля ВИЭ и атомной энергии. Рост цен низкий	

Источники:

World Energy Outlook-2018. International Energy Agency. Paris, 2018, 322 p. URL: https://www.iea.org/weo/;

BP Energy Outlook 2017. British Petroleum-BP, 2017, 108 p. URL: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html/;

Макаров А. А. и др. Перспективы электроэнергетики в условиях трансформации мировых энергетических рынков [1].

поддержку в отношении развития ВИЭ и энергоэффективности, планы по распространению электромобилей. Согласно базовому сценарию (NPS-2017), после 2030 г. ожидается разворот тенденций к развитию электроэнергетических рынков, интеграции электроэнергетических систем крупных регионов мира (Европы, Восточной Азии, Северной Америки, России и сопредельных стран, а также связей между ними). В перспективе 2050 г. данная тенденция приведет к формированию основ Единой электроэнергетической системы Евразии. Рынок электроэнергетики трансформируется в рынок технологий.

Потребление энергии в мире будет расти медленнее, чем считалось ранее, но всё равно вырастет к 2040 г. на 30 %. Основной прирост спроса обеспечат развивающиеся страны Азии (Китай, хотя и снижены темпы, Индия может опередить КНР по энергопотреблению). Потребление всех видов энергоресурсов будет расти, но темпы роста будут разными. Среди ископаемого топлива наилучшие перспективы МЭА видит у природного газа, мировое производство которого увеличится к 2040 г на 46 %, ведущими производителями останутся США, Россия, Иран и Китай. Перспективы нефти также обнадеживающие, ее потребление возрастет благодаря росту спроса со стороны грузоперевозок, авиации и нефтехимической промышленности. Что касается угля, МЭА подтверждает свое прежнее мнение по поводу прохождения Китаем пика потребления в 2013 г., но при этом считает, что глобальное потребление угля всё равно будет расти, хотя и снижающимися темпами.

Развитие мировой энергетики постепенно приобретает черты концепции перехода к устойчивому развитию, хотя достижение климатических целей Парижского соглашения в их рамках все еще невозможно. МЭА отмечает, что для реализации сценария устойчивого развития потребуется увеличить инвестиции в соответствующие энергетические технологии всего на 15 %.

Развитие солнечной энергетики в некоторых странах подорвало новые инвестиции в тепловую энергетику, особенно в угольную. МЭА исторически сильно недооценивало потенциал развития ветровой и солнечной энергетики. Если в своих ранних прогнозах (2008–2012 гг.) МЭА характеризовало солнечную энергию как «очень дорогостоящую», и доля ее не превышала 12 %, то в сценарии NPS-2018 в 2050 г. доля солнечной и ветровой энергетики в генерации достигнет 21 %, а в сценарии SDS – 38 % (в этом случае их выработка вырастет в 9,3 раза по сравнению с 2017 г.). В сценарии устойчивого развития (SDS-2017) прогнозируется практически полная декарбонизация электроэнергетики. На основе ВИЭ предполагается производить 60 % электроэнергии, а 15 % – атомной энергетикой. При этом суммарная установленная мощность солнечных электростанций в мире к 2040 г. составит 3 250 ГВт. В ЕС возобновляемые источники энергии станут основным средством производства электроэнергии уже с начала 2030-х гг. Обращает на себя внимание, что еще в 2000 г. в МЭА были большие надежды на развитие атомной энергетики (сценарий IIASA), но начиная с 2009 г. доля АЭС была пересмотрена в сторону значительного уменьшения.

В 2012 г. при сохранении прежних общемировых тенденций произошел пересмотр структуры производства и потребления энергоресурсов в региональном разрезе. Прогнозируемый спрос на энергию (включая атомную энергию и ВИЭ) для стран ОЭСР был снижен, что стало результатом сочетания более низких темпов

ВВП и ускоренного распространения мер по энергоэффективности. Под влиянием японской ядерной катастрофы страны ОЭСР значительно сократили прогнозы по использованию атомной энергии. Прогноз спроса на энергию в странах, не входящих в ОЭСР, был увеличен (это касается всех источников энергии), частично вследствие уточнения статистических данных. Самым значительным и обсуждаемым изменением в МЭА-2012 стал учет последствий «сланцевой революции» на североамериканском континенте, которая, как предполагалась, не только обеспечит США энергетическую независимость к 2035 г., но и окажет влияние на предложение энергоресурсов на мировом рынке, особенно в среднесрочной перспективе.

Энергетическое информационное агентство США – Energy Information Administration (EIA-ЭИА) регулярно выпускает свой прогнозный отчет International Energy Outlook (Международный энергетический прогноз) [10]. Если в оценках общего энергопотребления IEA близок к МЭА, то в региональном разрезе прогнозные данные заметно отличаются от базового сценария МЭА из-за менее существенной разницы в темпах роста спроса между развитыми и развивающимися странами. В последнем прогнозе IEA предполагается, что в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) Европы к 2040 г. спрос на энергоресурсы вырастет на 9 % к 2017 г., в странах Северной Америки – на 6 % (у МЭА – чуть более двух). В странах Африки, Ближнего Востока и Латинской Америки прогнозный среднегодовой темп роста спроса до 2040 г. на 0,3–0,6 % меньше, чем в базовом сценарии МЭА. При этом Индии не удастся перехватить у Китая первенство в росте спроса на энергоресурсы в абсолютном значении. Отличается и структура потребления энергоресурсов в самом США в этих прогнозах, если в период с 2010 г. направленность на ВИЭ была ярко выражена (доля в 2040 г. 35 %), то начиная с 2016 г. (после отмены Трампом программы «Зеленой энергетики») развитие скорректировано в сторону развития традиционной энергетики на ископаемом топлива. Но вряд ли это сильно повлияет в долгосрочном периоде на замедление темпов энергетической трансформации в сторону развития ВИЭ.

Многими экспертами отмечается, что EIA сильно зависит от внешних консультантов, которые имеют связи с индустрией и могут использовать недостоверные источники данных, например пресс-релизы компаний. EIA может использовать неполные данные и нереальные прогнозы, созданные маркетинговыми подразделениями компаний. Например, исследователи из Post Carbon Institute критикуют прогнозы агентства EIA по основным сланцевым месторождениям страны, показывая систематическое завышение как уровня добычи углеводородов, так и резервов, а также невозможность поддержания предсказываемых EIA уровней в будущем [11]. Из-за таких сверхоптимистичных ожиданий могут приниматься неверные энергетические и политические решения, которые приведут к сильному шоку.

---

[10] International energy outlook 2018. Energy Information Agency – EIA USA, Report Number: DOE/EIA-0484(2018), 2018, 82 p.; Annual Energy Outlook 2014 with projections to 2040 // US Energy Information Administration. URL: http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383/ и др.

[11] Эволюция мировых энергетических рынков и ее последствия для России. М.: ИНЭИ, 2015. 400 с.

Крупные сырьевые компании и ассоциации. Современная практика использования ведущими мировыми корпорациями стратегического планирования и прогнозирования продиктована стремлением адаптировать компанию к быстро меняющимся условиям бизнес-среды. Прогнозирование на долгосрочную перспективу давно вошло в практику ведущих мировых корпораций. Энергетические прогнозы влияют на рынки капитала, на направление инвестиционных потоков. Следует отметить, что до 2014 г., как и МЭА, нефтяные компании систематически недооценивали рост возобновляемой энергетики, и «умеренность» нефтегазовых аналитиков в оценке перспектив альтернатив нефти и газу понятна. Исследователи из Организации *Oil Change International* совместно с *Greenpeace* приводят статистику упоминаний нефтяными компаниями в своих Прогнозах препятствий и вызовов на пути тех или иных энергетических технологий. Проблемы низких цен на нефть и газ или опасения, связанные с нагрузкой на окружающую среду в результате сланцевых разработок, упоминаются в единичных случаях. В то же время высокая стоимость ВИЭ, а также нестабильность / прерывистость генерации на основе возобновляемых источников энергии – упоминаются сырьевыми компаниями регулярно. Авторы из *Oil Change International* и *Greenpeace* называют прогнозы нефтегазовых компании «скорее пропагандой, чем анализом» [12].

British petroleum – BP стала регулярно выпускать мировые прогнозы Energy Outlook с 2010 г. [13], до этого ограничиваясь лишь обзором нефтяного рынка. С большим упорством компания с 2011 по 2017 г. предсказывала замедление темпов роста ВИЭ, которого не случалось. Попытка учесть бурное развитие ВИЭ заставила BP базовый сценарий в 2018 г. назвать «Evolving Transition». Но ее прогнозы 2018 и 2014 гг. по масштабам развития солнечной и ветровой энергетики на 2035 г. отличаются друг от друга почти в два раза. BP (в 2018 г.) особенно настоятельно подчеркивает, что не содержит, собственно прогнозов / предсказаний (predictions), а является набором сценариев, которые могут быть реализованы в зависимости от тех или иных «вводных».

ОПЭК регулярно выпускает Мировой нефтяной прогноз (World Oil Outlook, WOO) [14]. В отличие от МЭА и ЭИА США картель прогнозирует обычно чуть более высокие среднегодовые темпы роста спроса на первичную энергию (1,2 против 1 % у последних). В странах ОЭСР Европы ОПЕК ожидает снижение спроса только на 1,1 % в период до 2040 г., а основной вклад в рост потребления первичной энергии обеспечивают (как и в прогнозе МЭА) Китай и Индия, но в абсолютном значении рост спроса на энергоресурсы этих двух стран примерно одинаков.

ExxonMobil ежегодно публикует «Прогноз развития энергетики» [15] – подробное исследование долгосрочных мировых тенденций спроса и предложения энергоресурсов на ближайшие 20–30 лет. В своем Outlook-2005 предсказывал, что ветер

---

[12] Economic Assessment of the Long Term Operation of Nuclear Power Plants: Approaches and Experience. URL: https://www.iaea.org/publications/11162/economic-assessment-of-the-long-term-operation-of-nuclear-power-plants-approaches-and-experience/.

[13] См.: https://www.bp.com/.

[14] World Oil Outlook 2014. OPEC Secretariat. URl: https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/WOO_2014.pdf

[15] The Outlook for Energy: A View to 2040. Exxonmobil, 2016, 80 p. URL: https://corporate.exxonmobil.com/en/energy/energy-outlook/a-view-to-2040/.

и солнце займут 1 % в мировом производстве энергии к 2030 г., хотя 1 % получилось уже в 2012-м. В 2010 г., видя, что прогноз не сбывается, Exxon отредактировал его, предсказав уже 1,5 % к 2022 г., но данный уровень был достигнут в 2016-м.

В *Shell* [16] для долгосрочного прогнозирования используют сценарный метод. Первый такой разработанный компанией прогноз, называвшийся «Энергетический кризис», помог ей своевременно подготовиться к сложной ситуации на нефтяном рынке в 1973 г. В 2016 г. компания опубликовала сценарий полной декарбонизации мировой экономики. При этом сама компания настойчиво подчеркивает, что сценарии «не предназначены для прогнозирования вероятных будущих событий или результатов». Их задача – расширить управленческое видение, посмотреть даже на те события, которые возможны лишь в отдаленной перспективе. Другими словами, составление сценариев – это своего рода упражнение, в результате которого рождается множество возможных вариантов будущего.

Среди влиятельных организаций, определяющих прямо или косвенно прогнозы мирового энергетического рынка, следует выделить и некоторые *общественные и надправительственные структуры.*

Мировой энергетический совет – World Energy Council (МЭС – WEC), одна из самых авторитетных и влиятельных неправительственных организаций на мировом энергетическом рынке, в качестве подхода к решению обеспечения возрастающих потребностей человечества в энергетических ресурсах предложил концепцию так называемой «энергетической трилеммы» [17], которая сводится к поиску баланса между стремлением к энергетической безопасности, ценовой доступности энергоснабжения и экологической устойчивости. WEC в 2013 г. разработала два сценария развития мировой энергетики до 2050 г. Сценарий «Джаз» предусматривал достаточно медленное развитие возобновляемой энергетики – 20 % общей поставки первичной энергии в 2050 г., и существенный рост потребления первичных энергоресурсов по сравнению с 2010 г. – на 38 %. Этот сценарий представляется мало реалистичным, поскольку его цель по ВИЭ достигнута уже в 2018 г. Сценарий «Симфония» предусматривал приоритетное развитие возобновляемой энергетики и рост энергоэффективности, что в текущих условиях является более реалистичным. В 2050 г. доля ВИЭ должна достичь около 30 % в общем потреблении первичных энергоресурсов и 50 % в производстве электроэнергии. При этом общая поставка энергии в период 2010–2050 гг. вырастет лишь на 22 %.

Международное агентство по атомной энергии – International Atomic Energy Agency (IAEA – МАГАТЭ), будучи крупным лоббистом перспектив атомной энергетики, под влиянием прогнозов других организаций с 2011 г. пересмотрело планы развития АЭС. Сохранение вводов планируется только в странах, уже имеющих атомные мощности. В развивающихся странах следует отметить пересмотр программы развития АЭС в Индии (сокращение ввода в 3 раза, с 90 до 30 ГВт). Сохраняется значимая проблема – старение атомной энергетики развитых стран. Не-

[16] Energy Technology Perspectives 2017 Catalysing Energy Technology Transformations. ETP 2017 - International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/etp2017/.

[17] World Energy Trilemma Index 2018. https://www.worldenergy.org/publications/2018/trilemma-report-2018; World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050. https://www.worldenergy.org/ publications/2013/world-energy-scenarios-composing-energy-futures-to-2050/.

обходимость вывода из эксплуатации значительного числа блоков АЭС, проектный период функционирования которых заканчивается в ближайшие десятилетия, станет проблемой для многих стран. Сроки эксплуатации многих действующих ядерных энергоблоков продлеваются, как правило, с 40 до 60 лет. От того, по какому пути пойдет ренессанс АЭС в мире, зависит не только будущее атомной отрасли, но и развитие традиционной углеводородной энергетики [18].

К *Гринпис (Greenpeace)* как к экспертному центру многие аналитики относятся достаточно настороженно. В 2007 г. *Гринпис* разработала собственные сценарии развития мировой энергетики и периодически обновляет их. Регулярно продвигая в своих отчетах необходимость учета роста ВИЭ [19] в перспективной структуре электрогенерации, *Гринпис* заставил считаться с собой и крупные организации. В отличие от большинства сценариев других организаций разработанный *Гринпис* сценарий энергетической революции является не исследовательским, а нормативным, описывая не наиболее вероятные варианты будущего, а желательные (возможные, по мнению авторов).

Международное агентство по возобновляемой энергетике (IRENA) разрабатывает программу, которая называется REmap (Roadmap for a Renewable Energy Future – Дорожная карта для будущего возобновляемой энергетики). В рамках программы готовится общий доклад для всего мира, а также отдельные выпуски по странам. Согласно Remap, рост ВИЭ может составить более 120 % в 2040 г. по сравнению с 2000 г. [20]

Сравнительные и критические исследования энергетических прогнозов

Альтернативные прогнозы долгосрочного развития мировой энергетики сохраняют серьезные различия в предоставлении материала. Хотя они выделяют одинаковые тренды – рост энергопотребления в мире, распространение ВИЭ, расширение добычи неконвенциональных углеводородов, развитие торговли СПГ – по конкретным показателям потребления энергии и по вкладу отдельных источников они могут значительно различаться. И эти расхождения обусловлены не только подходами к прогнозированию и предпосылками, но и используемой статистикой, особенностями территориального и отраслевого деления, временными горизонтами. Для корректной интерпретации энергетических прогнозов важно учитывать происхождение этих различий и интересы организаций-составителей, как, например, заинтересованность стран ОПЕК в высоком спросе на нефть.

---

[18] Economic Assessment of the Long Term Operation of Nuclear Power Plants: Approaches and Experience. URL: https://www.iaea.org/publications/11162/economic-assessment-of-the-long-term-operation-of-nuclear-power-plants-approaches-and-experience/; Атомная отрасль и общественный контроль (история вопроса, правовое регулирование, современная ситуация и перспективы). Беллона, 2018, 16 с. URL: http://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2018/08/public-control7.pdf/.

[19] 100% Renewable Energy for All. Greenpeace. URL: https://www.greenpeace.org/usa/global-warming/renewable-energy-future/; Wind force 12 summary results in 2020. Greenpeace. 2005. https://www. greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/greenpeace_studie_windforce_12_1.pdf/.

[20] Renewable Energy Capacity Statistics 2015. International Renewable Energy Agency. 2015. URL: https://irenanewsroom.org/; Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. International Renewable Energy Agency. URL: https://www.irena.org/publication/.

Прогнозы выходят в разный период времени и охватывают различные временные горизонты, что влияет на их информационную базу и качество прогноза. Например, в текущих версиях прогнозов темпы роста мирового ВВП в зависимости от издания варьируются от 1,8 до 3,6 % в год. Во-вторых, приводимые в прогнозах цены на энергоресурсы, прежде всего на нефть, имеют разную основу: цена на нефть ОПЕК – это цена нефтяной корзины ОПЕК; цена на нефть МЭА – это средняя цена импорта стран МЭА; цена на нефть EIA США – это цена Brent; а цена на нефть ИНЭИ-Аналитического центра – это мировая балансовая цена нефти [21]. В МЭА ждали дефицита нефти в 2018 г., вступая в конфликт с прогнозами Управления энергетической информации США (EIA) [22].

Вариативность сценариев вполне оправдана. Она лишь подтверждает очевидное – сколько-нибудь отдаленное будущее мы предсказать не можем. С другой стороны, широкий разброс вариантов, сочетающийся с масштабными корректировками темпов развития ВИЭ, делает прогнозы слабо пригодными в качестве основы для принятия инвестиционных и политических решений.

В условиях быстрых энергетических перемен на энергетическом рынке, которые принято называть «энергетической трансформацией» или даже «революцией», долгосрочные энергетические прогнозы – дело неблагодарное. Как показывает история, прогнозы не всегда сбываются, и организациям приходится ежегодно их корректировать, что порой выглядит курьезно, так как объемы и структура меняются порой кардинально.

Простота моделей прогнозирования рынка энергетики инициирует простой вопрос: насколько можно доверять существующим прогнозам? Насколько эффективными вообще могут считаться имеющиеся прогнозные процедуры?

Существует отдельный пласт научных работ, посвященных анализу прогнозов, ряд исследователей концентрируется на сравнении отдельных характеристик (цен на нефть) [23], другие – на структуре и объемах топлива [24], сопоставляются погодовые изменения прогнозов и указываются их отклонения [3; 4], анализируются расхождения между прогнозом и реальностью, расхождения между прогнозами различных организаций [3; 5] [25].

Исследование точности прогнозов Международного энергетического агентства (International Energy Agency, IEA) и Министерства энергетики США (US Depart-

---

[21] Новые прогнозы мировой энергетики и место России в ней // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2018. № 54, ноябрь. 24 с.

[22] Ошибка МЭА ввела мир в заблуждение и обрушила нефть // Вести. URL: https://www.vesti-finance.ru/articles/54595/.

[23] Экономисты назвали масштабы ошибок в прогнозах цен на нефть. РБК, 2018, 4 мая. URL: https://www.rbc.ru/economics/05/04/2018/5ac4f24b9a79473d61f1b3b8/; МЭА и Секретариат ОПЕК: два прогноза – два взгляда на перспективы развития глобальной энергетики. Бурнефть. 2018, июнь. URL: https://burneft.ru/archive/issues/2018-06/4/.

[24] Долгосрочное прогнозирование в энергетике // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2013. № 5, август. 28 с.; Долгосрочные прогнозы в условиях неустойчивости // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2016. № 42, ноябрь. 28 с.

[25] См. также: Долгосрочные прогнозы в условиях неустойчивости // Энергетический бюллетень. М.: Аналитический центр при правительстве РФ, 2016. № 42, ноябрь. 28 с.; Концепция системы мониторинга и прогнозирования научно-технического прогресса в энергетике. М., 2015. 16 с.; Постуглеводородная экономика: вопросы перехода. М., 2018. 406 с.

ment of Energy) показывает, что она может считаться вполне приемлемой [3]. Следует сразу оговориться, что отмеченная приемлемая точность прогнозов МЭА и ЭИА объясняется отнюдь не совершенством прогнозных процедур, а характером прогнозируемых процессов. Статистика показывает, что тренды мирового потребления энергии в целом не подвержены резким скачкам. Такое «нескачкообразное» поведение рассматриваемых величин делает их прогнозирование достаточно «благодарным» занятием. Именно отсутствие в мировой энергетике каких-либо «катастрофических» изменений лежит в основе относительно точных прогнозов.

Самостоятельную проблему представляет нестыковка прогнозов, выполненных разными организациями. Так, например, аналитики отмечают, что прогнозы потребления газа в Европе, выполненные разными компаниями, имеют расхождения друг с другом порядка 20 %, как и декларируемая ими точность. Кроме того, прогнозы, выполненные одной и той же организацией в разное время, также отличаются – от нескольких процентов до тех же 15–20 %, что существенно для долгосрочного анализа.

Например, в работе коллектива НИИ РИНКЦЭ приводится краткий сравнительный анализ прогнозов отдельных организаций, но не понятен их выбор, нет сравнения в динамике, сделан упор на структуру потребления энергоресурсов.

Перспективы развития энергетики в России: взгляд мировых организаций и взгляд изнутри

В России развитие энергетики осуществляется в рамках межотраслевого комплекса – ТЭК, что является отличительной чертой нашей страны по сравнению с другими развитыми странами. Существенным отличием является и то, что ТЭК выполняет не только функции снабжения страны топливом и электроэнергией, но и является основой для национальной экономики, обеспечивая основную часть валютных поступлений. Все это объясняет повышенное внимание к перспективам развития этого комплекса. Среди основных проблем ТЭК необходимо выделить следующие:

- высокий (около 80 %) износ энергетического оборудования;
- расположение центров добычи в труднодоступных районах и на значительном расстоянии от пунктов потребления (усложнение добычи и увеличение расстояний);
- снижение темпов и уровня перспективных разработок, обусловленное недостаточностью их финансирования;
- углубляющийся разрыв поколений в области научно-внедренческой деятельности, связанный с падением ее престижности и мизерным финансированием.

Динамика производства и потребления энергии в России зависит от различных факторов, в их числе: траектория мирового экономического развития (кризисов, стагнации, роста прогнозного объема потребления энергии); пересмотр темпов роста ВВП и их воздействие на спрос на энергию, изменение структуры экономики, повышение энергоэффективности ЖКХ и промышленности, наличие конкуренции на межтопливном рынке; «дороговизна» заемного капитала; либерализация регулируемых цен, санкции западных государств и др.

Система прогнозирования энергетики в целом в России имеет сложную структуру, и ее описание займет значительную часть данной работы. Приведем описа-

ние части системы документов прогнозирования, относящейся к долгосрочному прогнозированию электроэнергетики. В настоящий момент для долгосрочного прогнозирования электроэнергетики в России существует иерархическая система документов стратегического планирования (указываем в порядке широты охвата): Долгосрочный прогноз социально-экономического развития (ПДР), Энергетическая стратегия (ЭС), Прогноз научно-технологического развития РФ, Генеральная схема развития электроэнергетики, Программа развития электроэнергетики субъекта РФ.

Данные документы не всегда увязаны между собой, строятся на разных количественных и качественных предпосылках. На каждом этапе обеспечивается последовательное уточнение, конкретизация и детализация результатов предшествующего этапа (выступающих как целевые исходные условия и ограничения) на более близком отрезке времени. Определяются также те специальные исследовательские и проектные работы, которые необходимы для достижения целей развития энергетики. Выделенные этапы планирования развития электроэнергетики координируются с разрабатываемой системой государственного прогнозирования развития экономики страны и регионов.

Ряд отраслевых аналитиков отмечает, что Россия за свою современную историю прошла три этапа отношения к планированию и прогнозированию [6].

Первый (до 2003–2004 гг.) – *отсутствие спроса на стратегическую аналитику*: государство и регионы решали более важные внутренние и внешние проблемы, крупные компании имели горизонт прогнозирования не более полугода.

Второй этап (2005–2014 гг.) – *эксперименты с инструментами работы с будущим* (классические форсайты, прогнозы, опросы Дельфи, футурология) и попытки выстроить рабочее взаимодействие между наукой и бизнесом. По данным опроса РСПП, более половины крупных и средних компаний того периода готовы были увеличить расходы на инновации и НИОКР, но не видели готовности научного блока «сдвинуться» в сторону запросов рынка ни по срокам разработки технологий, ни по их адаптации к конкретным бизнес-задачам [26].

Третий этап (начиная с 2015 г.) характеризуется тем, что *наличие долгосрочной стратегии, программы инновационного развития или форсайта становится «хорошим тоном» для всех участников рынка*: государства, бизнеса, регионов и даже отдельных городов. На первое место выходит вопрос качества и требований к разрабатываемым документам, их соответствия глобальным трендам и интеграции в систему принятия решений.

Мы попытаемся проанализировать объемы и структуру производства и потребления энергоресурсов прогнозируемых на разных этапах создания стратегических документов, а также ключевые экономические события и предпосылки. Детальнее эволюцию взглядов на перспективы развития энергетики в России рассмотрим подробнее на примере электроэнергетики.

---

[26] Кульминацией второго этапа стала разработка «Прогноза научно-технологического развития России на период до 2030 года», утвержденного правительством в 2014 г. Прогноз был разработан при участии более 2 000 экспертов, включая представителей Российской академии наук и ведущих компаний, и вошел в пятерку самых значимых мировых прогнозов, по данным опроса ОЭСР.

Россия является четвертым энергетическим рынком в мире по объему производства и потребления электроэнергии после Китая, США и Индии. В 2018 г. выработка электроэнергии в РФ составила 1 049 млрд кВтч. По объему установленных мощностей Россия занимает пятое место, уступая кроме вышеназванных стран также Японии. По состоянию на 2018 г. объем установленных мощностей в электроэнергетике России достиг 244 ГВт.

В российских прогнозных документах можно выделить два периода, различающихся по уровню оценки будущих объемов электропотребления: до 2007 г. – акцент на существенную нехватку мощности – «Чубайсовский» крест; после 2012 г. – отсутствие роста, возникновение профицита мощности по РФ.

Прогнозы в Генсхеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 г. строились на основе высоких темпов экономического роста в России в период 2000–2008 гг. (от 3 до 8 %). В 2006 г. рост энергопотребления составил беспрецедентные в истории новой России 4,6 %, и на основе этой цифры в Генеральной схемой был утвержден средний рост на уровне 4,3 % в год. К 2014 г. потребление должно было вырасти на 40 % к факту 2007 г. Существенный прогнозируемый дефицит электроэнергии заставил правительство запустить масштабную стройку новых генерирующих объектов страны. Значительные перспективы развития российской энергетики гарантировали привлечение инвесторов. Для того чтобы добиться таких темпов роста, с каждым дополнительным процентным пунктом ВВП должен был бы происходить рост потребления электроэнергии на 0,5–1 %; фактически же долгосрочная эластичность спроса на электроэнергию по ВВП за рассматриваемый период составляла примерно 0,3–0,35.

Однако в связи с изменением условий развития экономики России в каждом последующем прогнозном документе объемы потребления электропотребления в стране сокращались, и особенно в Сибири (табл. 4).

В среднесрочной перспективе ежегодные темпы роста потребления электроэнергии, как ожидают эксперты, будут намного меньше, чем в предыдущем десятилетии, так как рост ВВП будет, вероятно, находиться в диапазоне 2–3 % вместо ожидаемого ранее (4–6 %). Последние прогнозы МЭ РФ, обосновывающие достаточность генерирующих мощностей в среднесрочной перспективе, исходят из среднего спроса на уровне 1,79 %. Это пересекается с прогнозами мировых агентств. Так, МЭА предполагает среднегодовой рост электропотребления в России в диапазоне 1,7–2,1 %.

Переориентация энергопотребления с производственных нужд на жизнеобеспечение населения касается прежде всего электроэнергии как самого качественного энергоносителя. Одним из ключевых факторов новой электрификации при общем сокращении электроемкости ВВП (на 40 % к 2035 г.) станет нарастающее замещение в конечном потреблении ископаемых видов топлива электроэнергией. Все это определяет более высокий спрос на электроэнергию (с ростом на 2,5 % в год до 2035 г.) по сравнению со среднегодовым приростом потребления первичной энергии (на 0,9 % в год). В последней версии Энергетической стратегии предполагается, что гораздо медленнее должна расти установленная мощность

Таблица 4

Сравнение темпов роста электропотребления
в версиях Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, %

Table 4

Comparison of electricity consumption growth rate
in the General Layout of Electricity networks (%)

Энергосистема	Документы, прогнозный период	Генсхема-2025		Корректировка Генсхемы-2030		Генсхема-2035	
	Год разработки	2006		2010		2015–2017	
	Сценарии	Базовый вариант	Макси-мальный вариант	Рыночный вариант	Целевой вариант	Базовый вариант	Мини-мальный вариант
ОЭС Сибири + Норильский энергоузел		3,6	5,4	1,7	2,6	1,2	1,0
Энергозона Востока		4,3	6,4	2,6	3,6	2,1	1,7
РОССИЯ		3,7	5,2	1,9	2,8	1,4	1,1

электростанций: сформировавшийся в стране избыток генерирующих мощностей на фоне экономической рецессии заметно снижает инвестиционную нагрузку на отрасль. К 2035 г. предполагается рост суммарной установленной мощности на треть (до 297–323 ГВт), который приведет к увеличению выработки электроэнергии в 1,6 раза. Рост электропотребления к 2035 г. в 1,3–1,35 раза, до 1 370–1 420 млрд кВт-ч (в консервативном и оптимистическом сценариях соответственно).

Однако есть основания считать, что прогноз вряд ли реализуется и потребует переоценки в соответствии с более низкими правительственными оценками роста ВВП.

В Генсхеме-2035 исходя из намечаемых темпов роста электропотребления предполагается в конце прогнозируемого периода выйти на уровни производства электроэнергии в России в целом в диапазоне 1 266–1 335 млрд кВтч, а в Сибири – 256–266 млрд кВтч.

Практически одинаковый рост энергопотребления в мире и России будет различаться изменениями в структуре топливно-энергетического баланса (ТЭБ). В мировой структуре мощности и производства электроэнергии продолжает доминировать традиционная энергетика, правда, ее доля с 2000 по 2018 г. снизилась с 98,9 до 83,4 %. В России за этот период доля не изменилась (98,8 и 98,9 %). В мире росла доля нетрадиционной энергетики, в России ее доля не изменилась.

В России выше среднемировой доля ТЭС на природном газе и жидком топливе и ниже доля угольных ТЭС. В Энергетической стратегии 2035 г. предполагается, что структура энергетического баланса по видам топлива сохранится в России практически неизменной. Природный газ останется доминирующим энергоресурсом, обеспечивающим 52 % общего потребления первичной энергии. Жидкое топливо сохранит долю на уровне около 19 % во всех сценариях, твердое лишь слегка снизит свою долю с 15 % в 2015 г. до 13–14 % в 2040 г. Использование гидроэнергии останется на уровне 6 %, атомной энергии вырастет с 6 до 7 %, и лишь возобновляемые источники энергии увеличат свою долю с 1 % в настоящее время до 2–3 % от первичного энергопотребления к 2040 г.

В отличие от других стран Россия не отказывается от развития чистой и безопасной атомной энергетики. Практически все новые атомные энергоблоки строятся в замещение выводящихся из эксплуатации энергоблоков. Они примерно на 20 % мощнее, в них используются самые современные и надежные системы безопасности. Таким образом, доля атомной генерации, безусловно, будет расти – с нынешних 16 % общей установленной мощности электроэнергетического комплекса до 22–23 % к 2035 г. Более того, «Росатом» стал одним из лидеров на рынке мирового атома: сегодня в его активе заявки на строительство 34 энергоблоков за рубежом.

В 2011 г. Международное энергетическое агентство (МЭА) выпустило очередной энергетический обзор World Energy Outlook 2011, где особое внимание уделило перспективам развития энергетики России и их значению для мировых рынков. Вопросы будущего развития российской энергетики затронуты в рамках WEO-2018, WOO-2018 и EO-2018, в соответствии с которыми Россия продолжит играть одну из ключевых ролей в мировой энергетике, оставаясь крупнейшим в мире экспортером первичных энергоресурсов. МЭА и ОПЕК в целом солидарны в сво-

их оценках развития нефтяной отрасли России (постепенное снижение объемов добычи и экспорта нефти), однако заметно различаются в темпах ожидаемых изменений. Россия, по прогнозу МЭА, в отличие от других стран – экспортеров угля будет продолжать наращивать инвестиции в добычу угля. В результате объем добычи угля в России в 2018–2040 гг. будет расти, в условиях стагнации внутреннего спроса весь прирост пойдет на экспорт.

Следует отметить, что данные новых энергетических прогнозов по России оказываются заметно ниже прогнозных данных проекта Энергетической стратегии России до 2035 г. (ЭС-2035, базовый сценарий). Существенные расхождения имеются как по нефти, так и по газу. Прогнозные данные МЭА и ОПЕК по добыче нефти в России в 2035 г. меньше данных в ЭС-2035 на 55 и 45 млн т соответственно, а по газу (по сравнению с данными МЭА) – на 89 млрд куб. м.

Как стратегические документы, так и независимые исследователи и эксперты отмечают такие вызовы для российской энергосистемы, как: ВИЭ, доля которых все еще незначительна; накопители энергии – это революционные технологии, но пока не видно масштабности их применения в среднесрочной перспективе, чтобы повлиять на электросетевой комплекс; электромобили, которые, вероятно, в долгосрочной перспективе займут свою нишу, но пока не стоит говорить об изменении стратегии электросетевого комплекса в пользу этих участников системы как полномасштабных. Единственный новый аспект, который, может быть важен, – это распределенная генерация. Особого внимания заслуживают вопросы топливного обеспечения объектов распределенной энергетики как главного фактора, стимулирующего ее развитие. Диверсификация топливно-энергетических ресурсов должна идти в направлении использования местных видов топлива, в том числе торфа, угольных отсевов, низкокалорийных углей. Специальная подготовка топлива для объектов малой распределенной энергетики является, по мнению выступающих, катализатором инновационных прорывов в этом направлении.

Россия исторически никогда не была лидером в возобновляемой энергетике: низкие цены на углеводороды, не самое благоприятное для использования размещение потенциала ВИЭ по территории, отсутствие в большинстве случаев собственных эффективны технологий – все это изначально сдерживало развитие этих источников.

В отличие от большинства развитых стран, в России особенности географии (большие расстояния), климата (длинный отопительный сезон с резкими колебаниями температур) и ресурсной базы (близость к дешевым ресурсам углеводородов) предопределяют специфический путь развития систем электро- и теплоснабжения с весьма сдержанным прогрессом в отношении ВИЭ, развитие которых сдерживается по объективным экономическим причинам, их низкой конкурентоспособностью и гораздо большим фокусом на энергоэффективность, которая и должна быть основным компонентом «перехода к новой энергетике».

Возвращаясь к мировым тенденциям, следует отметить, что материалы Международного энергетического агентства показывают, что развитие технологий добычи – более успешная стратегия, чем создание национальных суперкомпаний. В определенной мере повышение эффективности использования энергии можно достичь за счет изменения структуры экономики в сторону увеличения доли неэнергоемких производств и секторов, однако решающий вклад должны обеспечить

новые техническое решения, способные замедлить рост потребления энергии в стране, способствовать снижению затрат, сократить вредные выбросы в окружающую среду и повысить производительность труда. Диапазон возможных результатов и соответственно неопределенность относительно будущего энергопотребления наиболее широки для угля, атомной энергетики и неводных возобновляемых источников энергии.

Названные особенности энергетики меняют приоритеты НТП. Для России это прежде всего энергосбережение, и технологический пакет МЭА в этой части для нас вполне интересен. При относительно дешевом топливе России нужны менее капиталоемкие технологии даже с несколько худшими КПД. Особенно важны технологии дальнего транспорта энергии и распределенная (децентрализованная) энергетика. Кроме того, в своей технологической политике России целесообразно проявлять умеренность в сдерживании эмиссии парниковых газов.

Должен быть сформирован национальный банк энергетических технологий с определением иерархии в каждый отрезок времени существующих и перспективных технологий и их ранжированием по широкому набору индикативных параметров (экономическая эффективность, социальная и экологическая ответственность, универсальность применения технологии, энергетическая безопасность). Диапазон возможных результатов и соответственно неопределенность относительно будущего энергопотребления наиболее широки для угля, атомной энергетики и неводных возобновляемых источников энергии.

Основная же роль в формировании нового облика отечественной энергетики может и должна принадлежать целому ряду недавно разработанных технологий в области энергетики, переработки топлива и нетопливных отходов, которые сейчас практически не находят применения и существуют, по большей части, в опытно-промышленных установках [7] [27].

Оценки прогнозов и выводы на будущее

На основе обзора вышеуказанных прогнозов можно сделать следующие выводы.

На среднесрочный период ни в одном прогнозе не предсказывается возникновение существенных технологических революций ни в производстве, ни в потреблении энергии. Вместе с тем реальны новые крупные технологические прорывы на базе тех технологий, которые уже внедряются в настоящее время. Технологические прорывы имеют намного меньшие последствия, чем технологические революции, но и они обеспечивают существенное расширение экономически привлекательной ресурсной базы или повышение КПД используемых технологий и ведут к кардинальным изменениям конъюнктуры рынков уже существующих энергоносителей [1; 2]. Серьезные основания ожидать глубокую трансформацию мировой энергетики не на количественном, а на качественном уровне – за счет внедрения новых технологий управления системами энергетики (в первую очередь на базе искусственного интеллекта).

[27] См. также: Распределенная энергетика в России. М.: Сколково, 2018. 87 с. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf

В глобальной энергетической системе продолжатся изменения и переосмысление структуры топливно-энергетического баланса. Но не ожидается радикальных изменений глобальной топливной корзины – мир по-прежнему не готов снизить зависимость от ископаемых видов топлива. Большинство прогнозов (в базовых сценариях) сходится в том, что в мировой топливной структуре производства электроэнергии происходит сдвиг в сторону энергоносителей, обеспечивающих снижение углеродных выбросов, основное место среди которых занимает газ, возобновляемые (ветровые, солнечные) и атомные энергоресурсы.

Углеводороды сохранят безусловное доминирование в топливной корзине – их доля в 2040 г. будет составлять 51–52 %, что практически соответствует 53,6 % в 2010 г. Доля нефти потреблении первичной энергии сократится с 32 до 27 %. Доля угля, который демонстрировал наиболее высокие темпы роста в первое десятилетие XXI в., снизится с 28 до 25 % – в основном по экологическим соображениям, которые ограничат его использование не только в развитых, но и в развивающихся странах. Природный газ в мировом ТЭБ выходит на ведущие позиции в мире (24–25 %), которые сохранятся по крайней мере до середины века. Однако роль газа в электроэнергетике будет сильно различаться по регионам мира в зависимости от формирующихся региональных цен на газ и, соответственно, конкурентоспособности газовой генерации.

Доля электроэнергии в мировом конечном потреблении энергии будет увеличиваться во всех регионах мира, даже в тех странах ОЭСР, где прогнозируется снижение потребления первичной энергии. В целом предполагается удвоение мирового электропотребления в период с 2015 по 2040 г., что ставит перед человечеством задачу очередного масштабного расширения генерирующих и сетевых мощностей. В энергопотреблении в транспортной сфере развитие инновационных технологий набирает обороты и, согласно большинству прогнозов, приведет к повышению спроса на электроэнергию [28].

Темпы перехода к экологически чистой энергетике отстают от заявленных в рамках международной политики целей. Энергосбережение, биоэнергетика, улавливание и хранение углерода – наглядные примеры областей, в которых сохраняется значительный потенциал развития технологий, однако реализовать его вряд ли удастся, если только активные политические меры не обеспечат необходимые инвестиции. Значительного прогресса в развитии и внедрении новых технологий удалось достичь лишь там, где политические меры четко продемонстрировали ценность технических инноваций. Без учета интересов всех участников энергетического рынка (государства, потребителей, производителей) меры стимулирования и регулирования не работают в полной мере, большая часть заявленных мероприятий остается только на бумаге и не имеет шанс на реализацию.

Рассмотренные тренды развития энергетики показывают, что, несмотря на глобальный характер развития мирового энергетического рынка, региональная дифференциация сохраняется. Тренды трендами, но стартовые позиции и структура экономики у разных стран (и разных регионов одной страны) все же отличаются. Нельзя уверенно утверждать, что энергетика разных стран развивается по одним

[28] Energy Technology Perspectives 2017 Catalysing Energy Technology Transformations. ETP 2017 – International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/etp2017/.

и тем же законам. Есть глобальные мировые тренды, связанные с эволюцией технологий. Но правила регулирования, тренды в энергетической политике, конфигурация рынка, которую выбирают разные регионы мира для решения одних и тех же проблем, очень разные. Например, глава ENEL [29] предлагает рассматривать две категории стран. Одна – это «развитые энергорынки» – страны с длительной историей электрогенерации, в которых в последние пять лет в результате кризиса образовался избыток мощности и в той или иной мере избыток инфраструктуры. Другая – это страны, где необходимо строительство новой генерации и масштабное развитие инфраструктуры, вызванное ростом населения и спроса на электроэнергию. И если на развитых рынках инвестиции направляются в улучшение имеющегося с целью повышения его эффективности, экологичности и КПД, то в энергодефицитных регионах нужно просто строить новое: новые станции, ЛЭП и т. д. Иначе говоря, в «зрелых» странах гораздо выше потребность в постоянных инновациях, а развивающимся просто нужна дополнительная мощность.

Список литературы

1. **Макаров А. А., Митрова Т. А., Веселов Ф. В., Галкина А. А., Кулагин В. А.** Перспективы электроэнергетики в условиях трансформации мировых энергетических рынков // Теплоэнергетика. 2017. № 10. С. 5–16.
2. Прогноз развития энергетики мира и России на период до 2040 г. / Под ред. А. А. Макарова, Л. М. Григорьева, Т. А. Митровой; ИНЭИ РАН – АЦ при Правительстве РФ. М., 2016. 196 с. ISBN 978-5-91438-023-3
3. **Аполонский О. Ю., Орлов Ю. Н.** Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2012. № 17. С. 1–26.
4. **Аполонский О. Ю., Орлов Ю. Н.** Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики, часть II // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2010. № 58. С. 1–26.
5. **Рубан Л.** Прогнозы развития ТЭК России в Энергетических стратегиях РФ до 2020 г., до 2030 г., проекте ЭС до 2035 г. и экспертных оценках // Бурнефть. 2017, ноябрь. URL: https://burneft.ru/archive/issues/2017-11/4
6. **Чулок А. А.** Между Сциллой и Харибдой прорыва // Журнал БРИКС. 2019. № 1 (22). URL: https://www.bricsmagazine.com/ru/articles/mezhdu-stsilloy-i-haribdoy-proryva
7. **Маркова В. М., Чурашев В. Н.** Возможности повышения эффективности и оптимизации структуры энергетики: роли «большой» и «малой» генерации // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17, № 3. С. 62–84. DOI 10.25205/2542-0429-2017-17-3-62-84

References

1. **Makarov A. A., Mitrova T. A., Veselov F. V., Galkina A. A., Kulagin V. A.** Perspectives of the electric power industry amid the transforming global power

[29] Проблема России – не система, а избыток мощности. Интервью главы ENEL Россия. URL: https://finance.rambler.ru/economics/30529347-problema-rossii-ne-sistema-a-izbytok-moschnosti/.

generation markets. *Thermal Engineering*, 2017, vol. 64, no. 10, p. 703–714. (in Russ.)
2. Forecast of energy development in the world and in Russia for the period up to 2040. Moscow, 2016, 196 p. ISBN 978-5-91438-023-3
3. **Apolonsky O. Yu., Orlov Yu. N.** Analysis and comparison of long-term forecasts of the world energetic development. *Preprint Institute for Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences*, 2012, no. 17, p. 1–26. (in Russ.)
4. **Apolonsky O. Yu., Orlov Yu. N.** Analysis and comparison of long-term forecasts of the world energetic development. Part III. *Preprint Institute for Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences*, 2010, no. 58, p. 1–26. (in Russ.)
5. **Ruban L.** Forecasts for the development of the Russian fuel and energy complex in the Energy Strategies of the Russian Federation until 2020, until 2030, the project of the energy system until 2035 and expert estimates. *Burneft*, 2017, November. (in Russ.) URL: https://burneft.ru/archive/issues/2017-11/4
6. **Chulok A. A.** Breakthrough between Scylla and Charybdis. *BRICS Business Magazine*, 2019, no. 1 (22). (in Russ.) URL: https://www.bricsmagazine.com/ru/ articles/mezhdu-stsilloy-i-haribdoy-proryva
7. **Markova V. M., Churashev V. N.** Possibilities of increase in efficiency and optimization of structure of power engineering: roles of “big” and “great” generation. *World of Economics and Management*, 2017, vol. 17, no. 3, p. 62–84. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2017-17-3-62-84

Материал поступил в редколлегию 01.06.2020
Принят к печати 09.08.2020
The article was submitted 01.06.2020
Accepted for publication 09.08.2020

Сведения об авторах

Маркова Виталия Михайловна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (Новосибирск, Россия), доцент экономического факультета, Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)

markova_vm@mail.ru
ORCID 0000-0003-1537-3240
Scopus AuthorID 55948008100

Чурашев Виктор Николаевич, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (Новосибирск, Россия)

tch@ieie.nsc.ru
Scopus AuthorID 6507225262

Information about the Authors

Vitaliya M. Markova, Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (Novosibirsk, Russian Federation); Associated Professor, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)

markova_vm@mail.ru
ORCID 0000-0003-1537-3240
Scopus AuthorID 55948008100

Victor N. Churachev, Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (Novosibirsk, Russian Federation)

tch@ieie.nsc.ru
Scopus AuthorID 6507225262