



RUSSIAN ENERGY OUTLOOK *2017*

Оглавление

Оглавление	2
Введение: актуальность разработки «Russian Energy Outlook»	6
Ключевые идеи	14
Методология	21
1. Тенденции мирового развития	24
1.1. Общество	24
1.1.1. Демографическое развитие	24
1.1.2. Социальное развитие.....	27
1.1.3. Изменение роли государства.....	29
1.2. Экономика.....	35
1.2.1. Глобальные тенденции	35
1.2.2. Региональные отличия	43
1.3. Окружающая среда	46
1.3.1. Доступ к чистому воздуху и чистой пресной воде	46
1.3.2. Климатические изменения	47
1.4. Геополитика.....	54
1.4.1. Ось «Запад-Восток»	56
1.4.2. Ось «Север-Юг»	57
1.4.3. Ближневосточный узел.....	58
1.4.4. Борьба за нераспределенные ресурсы Земли.....	63
1.5. Освоение космического пространства	64
2. Тенденции технологического развития.....	68
2.1. Общие тенденции.....	68
2.2. Отраслевые тенденции	77
2.2.1. Нефтяная отрасль.....	77
2.2.2. Газовая отрасль.....	79
2.2.3. Угольная отрасль	80
2.2.4. Электроэнергетика.....	82
2.2.5. Атомная энергетика.....	90
2.2.6. Традиционная и малая гидроэнергетика	91
2.2.7. Солнечная энергетика.....	92
2.2.8. Ветровая энергетика	95
2.2.9. Водородная энергетика.....	96
2.2.10. Прочие ВИЭ.....	99

2.3.	Конкуренция ДВС и электромобилей	104
2.4.	Диффузия технологий.....	119
3.	Тенденции развития энергетических рынков.....	124
3.1.	Ресурсные возможности и ограничения.....	125
3.2.	Спрос на энергоресурсы.....	128
3.2.1.	Эволюция потребительских требований	131
3.2.2.	Рынок нефти и нефтепродуктов	132
3.2.3.	Рынок газа	142
3.2.4.	Рынок угля	144
3.2.5.	Рынок ВИЭ	155
3.3.	Инфраструктурная среда ТЭК.....	161
3.4.	Институциональная среда ТЭК.....	162
3.4.1.	Корпоративная структура.....	162
3.4.2.	Глобализация и регионализация рынков	166
3.4.3.	Региональные интеграционные процессы.....	173
3.4.4.	Субсидирование потребления и производства ТЭР.....	180
3.4.5.	Ценообразование и ценовая динамика	181
3.5.	Экологическое воздействие	192
4.	Целевое состояние энергетического развития.....	205
4.1.	Новое потребление	205
4.2.	Новое производство.....	211
4.3.	Новая инфраструктура.....	215
4.4.	Новое управление.....	218
4.5.	Новое международное взаимодействие	220
4.6.	Новая торговля	223
4.7.	Новое ценообразование.....	226
4.8.	Новое регулирование	228
5.	Траектории энергетической трансформации	230
5.1.	Сценарий неустойчивого равновесия.....	230
5.1.1.	Основные характеристики сценария.....	230
5.1.2.	Электроэнергетика.....	231
5.1.3.	Нефтяная отрасль.....	231
5.1.4.	Газовая отрасль.....	231
5.1.5.	Угольная отрасль	237
5.1.6.	Возобновляемые источники	237

5.2.	Сценарий скачкообразных преобразований	239
5.2.1.	Основные характеристики сценария	239
5.2.2.	Электроэнергетика	239
5.2.3.	Нефтяная отрасль	240
5.2.4.	Газовая отрасль	240
5.2.5.	Угольная отрасль	240
5.2.6.	Возобновляемые источники	240
5.3.	Сценарий болезненной стагнации	240
5.3.1.	Основные характеристики сценария	240
5.3.2.	Электроэнергетика	241
5.3.3.	Нефтяная отрасль	241
5.3.4.	Газовая отрасль	241
5.3.5.	Угольная отрасль	241
5.3.6.	Возобновляемые источники	242
6.	Особенности энергетического развития России	243
6.1.	Ключевые вызовы	243
6.1.1.	Внутренние вызовы	243
6.1.2.	Внешние вызовы	247
6.2.	Целевое состояние	251
6.2.1.	Электроэнергетика	254
6.2.2.	Нефтяная отрасль	256
6.2.3.	Газовая отрасль	256
6.2.4.	Угольная отрасль	258
6.2.5.	Возобновляемые источники	271
6.3.	Управление рисками	271
6.3.1.	Эффективные внутренние энергетические рынки	273
6.3.2.	Модернизация против инновационного развития	274
6.3.3.	Стабильная и сбалансированная система налогообложения	278
6.3.4.	Эффективное антимонопольное регулирование	280
6.3.5.	Эффективная инвестиционная политика	280
6.3.6.	Эффективная национальная инновационная система	281
6.3.7.	Эффективная региональная энергетическая политика	282
	Анализ объективности альтернативных энергетических прогнозов	283
	Источники данных	289
	Принятые сокращения	290

Авторский коллектив	292
Ограничение ответственности	292

Введение: актуальность разработки «Russian Energy Outlook»

Состояние энергетики, прежде всего, доступность энергоресурсов и эффективность их использования, во многом определяют облик современной мировой экономики. Циклические периоды высоких цен на углеводороды активизируют разговоры о постепенном отказе от их использования за счет более экономически привлекательных ресурсов и технологически применимых решений, а с другой – низкие цены не позволяют инвестировать в новые сложные проекты. При этом неясность перспектив рынка, наличие множества прямых и косвенных факторов, вплоть до сознательных спекулятивных поведенческих настроений, влияют на непредсказуемые скачки нефтяных цен и возможность их возвращения к равновесию.

Глобальные технологии создали благодатную основу для быстрого и беспрепятственного распространения информации. Экономическая конкуренция и политическое противоборство уже немыслимы без активного применения новых информационных инструментов воздействия на общественное мнение, управления межгосударственными конфликтами и глобальными рынками. Распространенным явлением стала перегруженность публичного информационного пространства прогнозной аналитикой, основная задача которой заключена в укреплении или развитии в общественном сознании определенных представлений и точек зрения. Эта информация авторитетных организаций используется как рычаг мягкого давления на неугодных участников рынка и политические режимы, как способ манипулировать мнением инвестиционного сообщества и рынками на основе выводов, продиктованных часто геополитическими целями и интересами.

В сфере энергетики сегодня на мировой арене представлены такие глобальные центры анализа и прогнозирования как Центр стратегических энергетических исследований, являющийся неформальным «мозговым центром» ОПЕК и расположенный в Лондоне, Международное энергетическое агентство (МЭА, International Energy Agency), созданное по инициативе США в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Управление энергетической информации (Energy Information Administration), являющееся подразделением Министерства энергетики США, и ряд других.

Их анализ текущих тенденций и прогнозы оказывают влияние на разработку и реализацию стратегий многих компаний и даже отдельных государств и государственных союзов.

В то же время применительно к России с сожалением можно констатировать не столько кризис отечественной науки в части возможностей долгосрочного прогнозирования, сколько неуверенность в своих силах и неумение представить миру свою точку зрения на глобальные энергетические процессы, а также известное недоверие общества и власти к мнению собственных специалистов. В этой связи заслуживают высокой положительной оценки усилия отдельных исследовательских институтов по изданию собственных прогнозов развития энергетики, отражающих позицию ведущих российских экспертов и

использующих авторскую методологию предвидения основных тенденций спроса и предложения энергоресурсов с учетом природных, демографических, географических, страновых, экономических и иных факторов, а также специфики российского энергетического сектора.

Как бы ни высокопарно звучало, но вопросы глобальной энергетической безопасности, вклада и ответственности перед будущим страны и ее граждан требуют изменения сложившейся ситуации, активного формирования и продвижения национальной позиции, учитывающей мнения как бизнеса и органов государственной власти, принимающих управленческие решения на современном этапе развития, так и экспертного сообщества.

Вкладывать деньги и силы, не понимая перспектив и рисков, не согласится ни один инвестор. Стратегические документы государства, казалось бы, призваны внести ясность и определенность: задать основные направления экономической политики, обеспечить предсказуемость ключевых параметров, сориентировать в имеющихся «развилках» развития. Документы государственного стратегического планирования должны лежать в основе корпоративных бизнес-планов компаний.

Список вызовов, стоящих перед российским энергетическим сектором, составлен давно. С годами меняется их масштаб, но адекватные ответы по-прежнему подбираются с трудом. И находить эти ответы становится все сложнее. Слишком велико значение энергетического сектора для экономики России и слишком малым видится поле для маневров. В итоге государственные решения приобретают точечный характер и больше преследуют тактические, конъюнктурные цели, нежели стратегические. Да и имеющиеся стратегические цели весьма часто упускаются из виду, оставаясь декларативными тезисами, имеющими мало общего с реальной государственной политикой.

Нефтяной рынок, как и любой другой, является объектом внимания спекулянтов, желающих заработать легкие деньги в период нестабильности. В русском языке есть применимая к такой ситуации поговорка «ловить рыбу в мутной воде». Не стоит забывать, что такая «непрозрачность» возникает, в том числе, и вследствие невнимания к деталям со стороны постоянных участников рынка. Несмотря на триллионные обороты и особое значение для мировой экономики, нефтяная промышленность является лишь частью глобального энергетического рынка. И все составляющие этого рынка - от атомной энергетики до альтернативной - не только постоянно заботятся о повышении собственной эффективности, но и находятся в состоянии непрекращающейся межтопливной конкуренции. Данная конкуренция определяется как фундаментальными причинами спроса и предложения и качественных характеристик отдельных видов энергоресурсов, так и окружающим информационным пространством, приковывая внимание общественности к различным ситуациям или деталям, порою умело раздуваемым до масштабов глобальных проблем и направленным на перекроение сложившейся карты и перегруппировку сил и средств. Один из ярких примеров - усиливающееся давление на атомную отрасль из-за периодически происходящих, к большому сожалению, природных и техногенных катастроф, а

также попыткам придать всеобщее значение проблемам развития возобновляемых источников энергии под предлогом якобы их безальтернативности для предотвращения глобального потепления климата.

Страны - члены ОПЕК и другие ведущие производители нефти, увлекаясь разговорами об установлении предельного уровня добычи, упускают из виду необходимость качественного прогнозирования мирового топливно-энергетического баланса и создания эффективных заслонов от информационного шума, потоки которого направлены на негативную окраску нефтяной отрасли, манипулирование общественным мнением, решениями политиков и настроениями инвесторов.

Необходимо объединение экспертных возможностей в целях формирования объективной информационно-аналитической картины. Основные цели настоящего обзора:

-  обозначить и обосновать целевое состояние развития мировой и российской энергетики, пути и риски его достижения;
-  усилить аргументированную переговорную позицию России в диалоге с другими лидерами мировой экономики и энергетики.

Россия уже более полувека является крупнейшей энергетической державой мира. Топливо-энергетический комплекс страны определяет многие мировые процессы, но от него определяющим образом зависит и состояние экономики страны. Россия обладает минерально-сырьевой базой углеводородов, позволяющей обеспечивать высокий уровень добычи всех ископаемых видов энергоносителей на длительную перспективу. ТЭК России вносит значительный вклад в социально-экономическое развитие страны. Доля ТЭК в инвестициях в основной капитал и в структуре доходов федерального бюджета составляет около одной трети, а в российском экспорте (в стоимостном выражении) – около 70%. Вклад ТЭК в ВВП страны составляет 25–26% при доле занятых в ТЭК в 3,7% от общей численности занятого в экономике населения. Россия экспортирует почти половину производимой первичной энергии.

Большая доля месторождений нефти в России, ожидающих освоения, содержит трудноизвлекаемые запасы углеводородов, либо расположена в удаленных регионах со сложными суровыми климатическими условиями (в том числе в перспективе и на арктическом шельфе) и с неразвитой инфраструктурой. В то же время Россия обладает исключительным географическим положением в Евразии, что позволяет ей участвовать в освоении различных энергоресурсов и формировать перспективную для всего мирового сообщества транспортно-энергетическую инфраструктуру от Атлантики до Тихого океана. Инвестиционный цикл нефтегазового бизнеса длительный и в нем, как в никаком другом современном бизнесе, предсказуемость и стабильность налогового режима, характер государственного регулирования имеют критически важное

значение, являются необходимым условием эффективного управления, надежности и бесперебойности поставок качественных энергоресурсов потребителям, обеспечения технологического суверенитета страны и ее инновационного развития и, в конечном счете, обеспечения энергетической безопасности страны.

Одним из ключевых вызовов для развития российского топливно-энергетического комплекса является технико-экономическая неопределенность в отношении внедрения новых энергетических технологий и степени их конкурентоспособности по отношению к традиционным технологиям, создающая угрозы деградации внутреннего энергетического развития и сокращения внешнего спроса на российские углеводороды. Ответом на этот вызов является пристальное внимание российского ТЭКа к вопросам порождаемым тематикой «Энергетики будущего». В ней особое место занимают возобновляемые источники энергии всех видов (гидроэнергетика, включая приливные ГЭС, геотермальная, солнечная, ветровая и биоэнергетика), нетрадиционные углеводороды (включая газогидраты), а также водородная и термоядерная энергия.

«Энергетика будущего» включает в себя новые технологии получения, преобразования и использования энергии, технические решения для создания энергетических и информационных систем нового поколения, новых видов транспорта и связи, новой среды обитания. Развитие новых технологий ориентировано на дальнейший рост энергоэффективности, внедрение «умных» технологий, повышение глубины и комплексности переработки и использования топливно-энергетических ресурсов, разработку сложных многокомпонентных месторождений углеводородов и технологическое вовлечение в использование все новых видов ВИЭ и иных видов энергоресурсов.

В мировой энергетике усиливается технологическая глобализация, подразумевающая процесс усиления конкуренции и рост востребованности новых энергетических технологий, в основе которого лежит расширение их глобального трансферта. Этот процесс во многом будет обеспечивать движение в направлении формирования нового энергетического уклада в мире, который заключается в трансформации рынка энергетического сырья в рынок энергетических услуг и технологий. Движущей силой мирового экономического развития становятся технологии и инновации, предполагающие ускоренное развитие материального производства на базе непрерывного инновационного обновления. В то же время многие новые технологии требуют своей адаптации к составу природных ресурсов и возможностям их комплексной добычи и использования.

Каждое новое десятилетие приводит к расширению доступности энергии. Зоны энергообеспечения охватывают все новые территории одновременно с увеличением возможностей автономного использования энергооборудования за счет устройств аккумулирования энергии. Географическое расширение зон поставок энергии осуществляется как за счет развития инфраструктуры и подключения новых районов к существующим энергосистемам, так и с помощью децентрализованного энергообеспечения. Все шире используются проектные решения в области замкнутого устойчивого энергоснабжения удаленных территорий без подключения к крупным энергосистемам. Это означает возможность уже в скором будущем массового появления поселений с локальной, энергоэффективной инфраструктурой, не связанных с едиными энергетическими сетями.

Россия - активный участник процесса выработки климатической политики. Подписанное 12 декабря 2015 г. в Париже международное соглашение по климату (COP21) 195 странами мира серьезным образом стимулирует дальнейшее инновационное развитие энергетического сектора, направленное на ускорение развития потребления ВИЭ и природного газа в целях снижения антропогенного воздействия на климатические изменения.

Мировое развитие все ближе приближается к одному из самых драматичных вызовов - дефициту пресной воды, необходимой для жизнеобеспечения населения и промышленного использования. В этих условиях существенно вырастет роль гидроресурсов России, значение которых далеко превзойдет внутреннее водоснабжение российских потребителей и производство электроэнергии, особенно в восточных районах страны Сибири и Дальнего Востока.

Мировая экономика стремится к устойчивому развитию, ключевым показателем которого являются не столько темпы количественного промышленного и бытового роста спроса, сколько показатели экономической, энергетической, экологической и социальной эффективности развития. Устойчивость и гибкость реагирования на появляющиеся риски и угрозы - ключевая черта современного государства.

Одной из «угроз» для традиционного ТЭКа являются перспективы стремительного увеличения спроса на электромобили. Существующие технологии производства батарей для электромобилей должны проделать длительный путь для того, чтобы конкурировать без государственных субсидий с традиционными автомобилями. В противном случае размеры субсидий вырастут многократно и

лягут тяжелым бременем на бюджеты стран, в которых будут действовать программы поддержки.

Современные технологии переработки позволяют восстановить до 50% материалов, используемых в производстве батарей. Тем не менее, литий-ионные батареи часто сжигают или выбрасывают, тем самым наносится невосполнимый ущерб природе, а все плюсы «экологичности» нового вида транспорта сводятся на нет. По этой причине имеет смысл тщательнее присмотреться к альтернативным энергетическим технологиям будущего на транспорте, обеспечивающим экономичность традиционных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также технологии использования водорода.

Заслуживают пристального внимания новые транспортные технологии, способные заменить традиционное железнодорожное и авиасообщение. Россия как ни одна другая страна миру нуждается в подобных технологиях и должна находиться в авангарде исследований и возможностей применения таких энергоэффективных решений.

Особая роль в развитии технологий «энергии будущего» принадлежит крупным российским корпорациям. Именно они формировали в последние годы устойчивый спрос на передовые внешние технологии. Этот спрос продолжает оказывать влияние на развитие крупнейших мировых компаний – производителей оборудования, технологий и сервисных услуг. Кадровый потенциал, организационно-управленческая культура, инвестиционный ресурс, а самое главное – стратегический вектор развития крупнейших российских корпораций позволяют сделать их безусловными лидерами производственных изменений, основанных на технологических инновациях неоиндустриального развития и «зеленой экономики».

Технологическая глобализация в энергетике, очевидно, изменит характер энергетических взаимоотношений между странами. Уже формируется новая тенденция к энергетической самодостаточности ряда стран мира, которые стремятся использовать последние технологические достижения в сфере энергетики, для поиска энергетических решений, направленных на обеспечение собственной энергетической независимости и безопасности. Основные импортеры энергии переходят от сокращения собственного производства и наращивания импорта к максимальному энергообеспечению за счет собственных ресурсов.

Так, энергетическая стратегия США предусматривает переход к 2030-м гг. к полному региональному самообеспечению всеми важнейшими видами энергоресурсов (нефтью, природным газом, углем, а также ураном). Основой самообеспечения будет развитие добычи нетрадиционных видов углеводородов

(сланцевого газа и сланцевой нефти, тяжелых нефтей, газа в плотных породах, шахтного метана) при использовании также потенциала ВИЭ.

Европейский Союз стремится к формированию общего энергетического пространства на базе единой инфраструктуры, включающего территорию ЕС, Норвегию, Северную Африку, и к достижению в пределах этого пространства максимального уровня ресурсного (в т.ч. энергетического) самообеспечения, преимущественно на базе ВИЭ.

Китай также стремится к ограничению своей зависимости от глобальных рынков через развитие собственного энергетического потенциала (добыча углеводородов, включая нетрадиционные ресурсы нефти и газа, развитие атомной энергетики и всех видов ВИЭ) и создание своей зоны влияния в области энергетики (включая страны Центральной Азии, Африки, Юго-Восточной Азии, российский Дальний Восток).

Таким образом, стремление к энергетической самодостаточности стран-импортеров российских энергоносителей, в долгосрочной перспективе может привести к значительному сокращению объемов экспортных поставок российских углеводородов.

Следует уже сегодня рассматривать в качестве ориентира развития тот факт, что основной прирост энергопотребления будет обеспечен, главным образом, развивающимися странами Азии, Африки и Латинской Америки, тогда как в странах ОЭСР потребление энергии, напротив, будет сокращаться.

«Рынок продавца» (производителей энергоресурсов) в будущем окончательно трансформируется в «рынок покупателя», где все будет решать степень конкурентоспособности ТЭК различных стран в их борьбе за покупателей энергоресурсов.

Таким образом, в долгосрочной перспективе Россия должна быть готова к структурной перестройке мирового топливно-энергетического баланса, доминантой которого станут новые энергетические технологии и новые потребительские требования. Россия сумеет сохранить свое место в мировой энергетической системе только при условии своевременной адаптации российского энергетического сектора к новым требованиям мировой энергетики и перехода России из категории экспортеров традиционных (по составу и направлениям) первичных энергоносителей в категорию дифференцированного экспорта энергетических услуг и технологий, включая инфраструктурные услуги и новые интеллектуальные системы.

Эта задача требует стратегического пересмотра структуры, приоритетов и направлений развития российского ТЭК и всего энергетического сектора.

Ключевые идеи

-  Наблюдаемые сегодня первые проявления кризиса ценностей общества потребления приведут в долгосрочной перспективе к полномасштабному изменению идеологии социально-экономического развития, которое будет во все большей степени ориентировано не на обеспечение экономического роста любой ценой, а на устойчивое развитие и рост экономической, энергетической, экологической и социальной эффективности общества.
-  Глобальный кризис 2010-х годов привел к появлению принципиально новых тенденций в геополитическом, социально-экономическом, технологическом и цивилизационном развитии. Непомерно развивающееся общество потребления достигло «пределов роста» не по причине отсутствия необходимых природных ресурсов, а в связи с исчерпанием запасов устойчивости системы «природа – общество – человек» при чрезмерном антропогенном и техногенном воздействии на окружающую среду, приводящему к ухудшению жизни населения и росту числа аварий и катастроф. Мировое расслоение «общества потребления» приводит и к политическому противостоянию в мире.
-  Социогуманитарный вектор общественных предпочтений приведет к появлению новой цивилизации, основанной на ресурсно-инновационном и интеллектуально – технологическом потенциале устойчивого развития. Это потребует смены энергетической парадигмы цивилизационного развития. Энергообеспечение индустриального общества, основанное исключительно на силовой централизованной энергетике и росте объемов энергопотребления, будет дополняться интенсивно развивающейся самодостаточной индивидуальной, распределенной клиентоориентированной энергетикой, способной обеспечить требуемую обществом безопасность, гибкость, адаптивность, независимость, экономичность и разнообразие форм энергоснабжения.
-  В перспективе после 2025 года энергетический рынок окончательно преобразуется из «рынка поставщика энергетических товаров» в «рынок покупателя энергетических услуг», в котором на первый план выйдут вопросы удовлетворения разнообразных и постоянно меняющихся и растущих в качественном отношении энергетических потребностей конечного активного потребителя, который к тому же и сам станет локальным энергопроизводителем.

-  Потребители энергетических услуг будут стремиться к повсеместному использованию электроэнергии как наиболее квалифицированного, удобного, гибкого и универсального источника энергии. Ожидаемый мировой переход к «электрическому миру» позволит одинаково успешно развивать как централизованное, так и децентрализованное, а также индивидуальное энергоснабжение, наиболее адекватное разнообразным и гибким требованиям нового потребителя. Для успешной конкуренции и сотрудничества на энергетическом рынке с активным потребителем производитель будет стремиться к диверсификации и повышению эффективности предлагаемых услуг в быту, на производстве и на транспорте.
-  Неоиндустриальное развитие представляет собой наиболее вероятный выход из вялотекущего глобального экономического кризиса 2010-х гг. В его основе будут лежать новые энергоинформационные технологии. При этом основными драйверами неоиндустриального развития станут страны, которые будут опираться на энергоэффективное развитие, использование преимущественно собственных источников энергии (энергетическую самодостаточность), интеллектуальные сетевые технологии мультиагентного управления экономикой и обществом.
-  При этом наблюдаемый сегодня кризис – это кризис не столько экономики, а, прежде всего, кризис организации общества. Соответственно именно поиск новых подходов к этой организации, адекватных новой демографической, технологической, экономической и экологической реальности, является основным вызовом и содержанием социального развития ближайших десятилетий.
-  Будет происходить рост значения и усложнения форм международных интеграционных объединений, которые будут во все большей степени ориентироваться на сетевые принципы организации.
-  Комплексный (интегральный) характер и растущее международное (а в ряде случаев и трансконтинентальное) значение получит развитие инфраструктуры. Фактически, следует говорить о тенденции формирования региональных (международных) «инфраструктурных коридоров развития», включающих в себя не только объекты физической инфраструктуры (нефте- и газопроводы, линии электропередач, авто- и железные дороги, телекоммуникации), но и институциональную инфраструктуру

(единые правила и нормы перемещения ресурсов и информации), инфраструктуру трансферта финансов, технологий и распространения инноваций.

-  Наблюдаемая уже сегодня ресурсная регионализация на основе стремления к ресурсной самодостаточности ведущих стран-импортеров энергии (за счет развития всех имеющихся в этих странах энергетических источников) получит устойчивый характер.
-  Глобальная конкуренция за энергетические ресурсы существенно видоизменится: вместо стремления к контролю над ресурсами на первый план выйдет сотрудничество в сфере инфраструктурного развития территорий, конкуренция идей, технологий, оборудования, инженерных сервисных и управленческих услуг, необходимых для освоения новых энергоресурсов и более эффективных видов энергетического потенциала, которое будет носить все более высокотехнологичный характер. При этом в мире будут параллельно развиваться две тенденции: укрупнение энергетических «акторов», способных к масштабной реализации новых проектов и диверсификации энергетического производства за счет смежных отраслей, и развитие малого и среднего бизнеса, способного обеспечить собственные интересы «активного» потребителя и более восприимчивого к инновациям.
-  Мир не перейдет от эры углеводородов к альтернативной «зеленой энергетике». Более вероятен сценарий многоукладного развития, когда все виды экономически, технологически и экологически доступной энергии (традиционные и нетрадиционные углеводороды, ВИЭ, биотопливо, атомная энергетика и пр.) будут использоваться для производства электроэнергии как конечного энергетического источника для всех категорий потребителей.
-  Появление принципиально новых источников энергии, которые бы активно не развивались сегодня, в перспективе ближайших 50 лет маловероятно. Вместе с тем не позднее 2045-2050 гг. начнется активное проникновение на энергетические рынки термоядерной энергетике, водородного топлива и газогидратов.
-  Инновационное развитие ТЭК будет сосредоточено, прежде всего, не в производстве и даже не в транспорте отдельных энергоносителей, а в эффективном потреблении энергии, и, прежде всего, в его организации, в достижении синергетического единства (например, в совместном управлении электрическими и газовыми сетями и т.п.).
-  В долгосрочной перспективе развитие энергоэффективных технологий и технологий рециклинга могут привести к

существенному снижению энергопотребления и «энергетической автотрофности» человеческого общества (замкнутому безотходному циклу энергетического обмена).

-  В долгосрочной перспективе будет происходить не только ужесточение, но и комплексный пересмотр климатической политики, включая снятие требований на необоснованные ограничения выбросов CO₂ от энергетических объектов. Основой для этого станет разработка природоподобных способов утилизации CO₂ и его эффективного использования.
-  Текущий климатический дискурс, сосредоточенный на глобальном потеплении, вызванном техногенной (энергетической) деятельностью человечества, постепенно уступит место более системному подходу, полноценно учитывающему влияние природных факторов на циклические изменения климата, в том числе на его общее похолодание. При этом серьезные исследования должны быть проведены с целью анализа влияния на климат океанических процессов и состояния тропосферы.
-  Энергетика будет во все большей степени становиться ядром развития социума за счет растущего влияния на модель общественного развития и социального поведения человека. Так, энергетические технологии накопления энергии и расширяющиеся возможности распределенной генерации в сочетании с энергосетевыми технологиями и конвергенцией производства и потребления энергии будут способствовать «индивидуализации» энергетики и формирования автономных моделей социального поведения человека.
-  Энергетика будет развиваться как «система систем», где определяющее значение будет иметь организация и управление комплексным недропользованием, добычей и переработкой различного вида природных ресурсов, совместными потоками различных энергоносителей, комплексным использованием ресурсов и продуктов их переработки с целью создания природоподобных безотходных производств. При этом на первый план выходят не однокомпонентные производства, а их системная организация на основе энергоинформационных технологий, развития «умной» энергетической инфраструктуры и мультиагентного управления. Это позволит радикально повысить эффективность энергетического развития и его адаптивность быстро меняющимся условиям современного мира;

 Глубокая трансформация энергетических рынков (от рынков товаров к рынкам услуг, а далее к рынкам технологий) снизит значимость ресурсных факторов в развитии ТЭК и усилит значимость факторов технологических и институциональных. В то же время универсальность новых технологий будет сочетаться с необходимостью их адаптации к местным условиям добычи, транспорта, переработки и использования конечной продукции. Технологический уровень компаний и других экономических субъектов становится ведущим драйвером развития и одним из ключевых показателей конкурентоспособности различных направлений энергетики в целом и отдельных представителей отрасли.

 Очевидное исчерпание возможностей действующего сегодня технологического сценария таит в себе крайне высокие риски для дальнейшего развития отраслей и субъектов экономической деятельности. Технологические ограничения в средне- и долгосрочной перспективе будут носить как «внешний» (развитие инфраструктуры, социальные аспекты, стратегические ориентиры основных экономических агентов – стран и компаний), так и «внутренний» (уровень развития технологии, материалов для реализации и др.) характер. Наиболее ярко выраженными для развития мировой энергетики в средне- и долгосрочной перспективе представляются следующие тенденции:

- переход к электрификации транспортных средств и развитие интеллектуальных сетей, что может иметь решающее значение в предупреждении необратимых изменения климата и повышение энергетической безопасности;
- переход к низко-углеродным и низко-отходным производствам: базовые тренды указывают на прогресс развития «чистых» энергетических технологий, а также активный поиск возможностей для его ускорения;
- переход к комплексным энергосистемам, признание преимуществ системной интеграции и определение наиболее эффективных путей и уровней ее внедрения;
- развитие Smart - технологий, обеспечивающих повышение эффективности электроэнергетической инфраструктуры на всей цепочке: от добычи энергоресурсов до безотходного использования конечных продуктов, с учетом возможностей системных и автономных накопителей энергии;

- возможная высокая роль водорода в энергетической системе будущего (для особого хранения и использования энергоносителя - долгосрочная перспектива);
- новая роль многокомпонентного ископаемого топлива (произойдет качественное изменение значения различного вида ресурсов недропользования для энергосистемы будущего);
- разработка эффективных подходов и комплексных мер для реализации потенциала технологий улавливания и хранения (CCS).

 Сохраняется определенная технико-экономическая неопределенность в отношении перспектив внедрения следующих технологий:

- дальнейшее развитие технологий добычи нетрадиционных углеводородов (включая газогидраты);
- развитие технологий, способствующих существенному удешевлению и повышению качественных характеристик возобновляемых источников энергии;
- развитие технологий производства электромобилей и гибридных автомобилей;
- развитие технологий получения и использования водородного топлива;
- развитие технологий накопления энергии;
- развитие технологий улавливания и хранения CO₂.

 Ни одна из перечисленных выше технологий в настоящее время не находится в полноценной промышленной эксплуатации (за исключением ВИЭ), так как их реализация является либо чрезмерно дорогостоящей, либо небезопасной. Однако при появлении той или иной прорывной технологии, которая снимет существующие барьеры, развитие любого из перечисленных выше направлений приведет к высоким рискам сокращения экспорта российских углеводородов по причине их замещения другими источниками энергии.

 Внешние вызовы, стоящие сегодня перед российским ТЭК, должны способствовать не просто импортозамещению, а поиску тех ресурсов (финансовых и технологических), которые определяют новое место России на мировом рынке – в том числе, поиску комплексных инфраструктурных транспортно-энергетических систем с совместным (скоординированным) потоком и диверсификацией энергоносителей различного вида (трубопроводного и сжиженного

природного газа, газовых магистралей и электрических связей, нефтепродуктовых трубопроводных и железнодорожных магистралей, газогидратов и водорода, а также водно-энергетических связей).

Методология

Подход к долгосрочному прогнозированию, использованный в настоящем обзоре, носит нестандартный характер. Как правило, прогнозы ведущих аналитических агентств строятся на разработке многочисленных (обычно не менее трех) *сценариев развития*, предполагающих высокую вариативность будущего и как следствие его неопределенность. Конечное состояние мировой экономики и энергетики по существу не является предметом прогнозов, сосредоточенных на веерообразной пролонгации наблюдаемых тенденций и рисков. Выбранные сочетания тенденций и рисков, создающие принципиально отличные друг от друга сценарии и соответственно конечные состояния, и определяет оригинальность прогнозов по отношению друг к другу. В ряде прогнозов, помимо «объективных» (основанных на анализе реальных тенденций и рисков), используются также «директивные» сценарии, в которых описывается, как должна развиваться энергетика, чтобы обеспечить достижение к указанному сроку какой-либо экзогенной цели (характерный пример – низкоуглеродный сценарий МЭА «450»).

В отличие от описанного подхода, основным предметом настоящего обзора являются не возможные сценарии развития энергетики, а то *конечное (целевое) состояние*, к которому она стремится в перспективе ближайших 50 лет, независимо от сценариев. Это конечное состояние при всем своем возможном разнообразии имеет, на наш взгляд, множество *фундаментальных* черт, вытекающих из анализа всей совокупности наблюдаемых сегодня тенденций и рисков. Какие бы конъюнктурные изменения не претерпевало развитие энергетики в ближайшие 50 лет, общий вектор этого развития, по нашему глубокому убеждению, носит ясный и маловариативный характер.

Неопределенность связана не с тем, будет ли достигнуто конечное (целевое) состояние энергетики, а с тем, в какие сроки и с какими издержками это будет сделано. В свою очередь, это определяется воздействием факторов приближения и рисков отклонения от целевого состояния. В зависимости от воздействия различных факторов и рисков возможны несколько траекторий (сценариев) движения от исходного состояния энергетики («точка А») к конечному (целевому) состоянию («точка Б»). На наш взгляд, можно говорить о трех основных траекториях:

-  *сценарий неустойчивого равновесия*, предполагающий инерционную траекторию движения темпами и механизмами, близкими к текущим;
-  *сценарий скачкообразных изменений*, предполагающий опережающее движение к целевому состоянию с применением новых механизмов и со средними темпами, существенно превышающими текущие;
-  *сценарий болезненной стагнации*, предполагающий замедленное движение к целевому состоянию в силу комплексной реализации рисков. В этом сценарии целевое состояние не будет достигнуто к 2065 году, однако вектор движения к нему сохранится.

Все три траектории (сценария) предусматривают более или менее глубокую дифференциацию сроков и механизмов достижения целевого состояния между различными регионами и странами.

Предложенная методология прогноза позволяет использовать гибкий, национально-ориентированный подход к выработке оптимальных механизмов и сроков достижения целевого состояния топливно-энергетического комплекса России, что является отдельным предметом настоящего исследования.

Предметом настоящего обзора, таким образом, являются:

-  анализ тенденций мирового развития (раздел 1), технологического развития (раздел 2) и развития энергетических рынков (раздел 3), включая фундаментальные тенденции, формирующие целевое состояние мировой энергетики, а также факторы приближения и риски отклонения от целевого состояния;
-  целевое состояние мировой энергетики (раздел 4);
-  траектории развития мировой энергетики от исходного к целевому состоянию в зависимости от воздействия факторов приближения и рисков отклонения от целевого состояния (раздел 5);
-  особенности энергетического развития России (раздел 6).

2065 год как горизонт стратегического анализа выбран не случайно: в него укладывается почти полное обновление основных отраслевых фондов и человеческого капитала. Таким образом, к 2065 году мировая энергетика будет иметь совсем иной вид, нежели в 2017 году, как в человеческом, так и в материальном измерении, несмотря на то, что его основы начинают закладываться уже сегодня.

В основу используемой методологии и анализа легли проведенные при содействии Минэнерго России, Минобрнауки России и ряда энергетических компаний многолетние исследования российского Института энергетической стратегии, МЦУЭР под эгидой ЮНЕСКО, ОИВТ РАН, ИСЭМ СО РАН им. М.А. Мелентьева, ИЭОПП СО РАН, ИНЭИ РАН, ИПНГ РАН, ООО «НИИгазэкономика», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ЭНИН им. Г.М. Кржижановского, Института конъюнктуры рынка угля, НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала, НКО «Гринпис России», НП «Экспертный клуб промышленности и энергетики», Центра по эффективному использованию энергии, Центра научно-практических исследований социально-экологического развития и др.

1. Тенденции мирового развития

В последние годы наблюдаются принципиальные изменения роли факторов социально-экономического и цивилизационного развития с возрастанием значения научно-технологического прогресса. При этом в системе закономерностей научно-технологической и цивилизационной динамики ключевую роль играют следующие вызовы: пребывание в стадии демографического перехода; общее истощение ресурсов; исчерпание потенциала роста сложившейся экономической модели «общества потребления»;; стадия завершения индустриального технологического способа производства.

В долгосрочной перспективе мировая система развивалась по гиперболическому закону¹, или в режиме с обострением². Этим законом описывается динамика численности населения, ВВП, потребления энергии, информации и многие другие параметры общественного развития. С 1960 г. началось изменение режима роста мировой системы и выход из режима с обострением. Гиперболический рост мировой системы не является однородным. Длительные периоды сравнительно устойчивого развития (фазы развития) разделены короткими периодами фазовых переходов, когда меняется режим роста и сама основа развития социума.

1.1. Общество (этот раздел интересен, но в данном обзоре никак не связан с энергетикой)

1.1.1. Демографическое развитие

Динамика численности населения находится на завершающем этапе периода гиперболического роста. И, хотя достижение пика численности людей прогнозируется за периодом 2065 г., в предшествующий период будет наблюдаться дальнейшее затухание глобальных темпов роста при возрастании его географической неравномерности.

Численность населения мира увеличится на 38% к 2050 г. и достигнет 9,6 млрд чел. Среднегодовые темпы роста мирового населения в период 2010-2050 гг.

¹ Гиперболический рост описывает динамику системы, при которой не только абсолютные, но и относительные темпы роста определенного параметра увеличиваются по мере роста самого показателя.

² [Коротчаев А. В., Малков А.С., Халтурина Д.А. Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура. М., 2007. - 287 с.](#)

составят 0,8%, при этом в рассматриваемый период они будут снижаться. Так, если в 2010-2015 гг. население увеличивалось на 1,2% в год, то в 2045-2050 гг. – только на 0,5%. На развитые страны в 2050 г. придется 13,6% мирового населения (в 2010 г. – 17,9%), на развивающиеся – 86,4% (в 2010 г. – 82,1%). Около 54% населения будет проживать в Азии (в 2010 г. – 60,2%), 25% – в Африке (в 2010 г. – 14,9%). Доля Европы сократится с 10,7 до 7,4%. Не сильно изменятся доли Латинской Америки (8,6% в 2010 г. и 8,2% в 2050 г.), Северной Америки (5,0% в 2010 г. и 4,7% в 2050 г.) и Океании (0,5% в 2010 г. и 0,6% в 2050 г.). На Китай будет приходиться 14,5% населения планеты (19,7% в 2010 г.), на Индию – 17% (17,4% в 2010 г.). Индия с 2030 г. обгонит Китай по численности населения. Численность населения России сократится на 16% и в 2050 г. составит около 121 млн чел.

Тенденция снижения среднегодовых темпов роста населения характерная для всех регионов мира, в некоторых даже ожидается сокращение населения. Например, в Китае среднегодовой рост численности населения на 0,6% в 2010-2015 гг. сменится его убылью, начиная с 2030 года, и в 2045-2050 гг. численности населения в Китае будет снижаться на 0,4% в год. В Европе начало сокращения численности населения ожидается еще раньше – с 2020 года. Остальные регионы мира продолжают наращивать население, но, правда, более низкими темпами. В частности, в Индии в 2045-2050 гг. численность населения будет увеличиваться на 0,3% в год (в 2010-2015 гг. – 1,2% в год), что, собственно, и позволит ей обогнать Китай. В России убыль населения темпами 0,2% в год только усилится и в 2045-2050 гг. она составит 0,5% в год.

По «оптимистичному» варианту численность населения мира в 2010-2050 гг. увеличится на 57% и достигнет 10,9 млрд чел. Среднегодовые темпы роста составят в 2010-2050 гг. 1,1%, но на протяжении периода они также будут снижаться (с 1,3% в год в 2010-2015 гг. до 1% в год в 2045-2050 гг.). Структура распределения населения по регионам мира практически не отличается от «умеренного» сценария.

Темпы роста населения в большинстве регионов мира также будут снижаться, но отрицательных значений прироста (убыли) не ожидается. Например, в Китае в 2045-2050 гг. темп роста составит 0,1% в год. В Европе даже ожидается увеличение темпов прироста населения (за счет иммигрантов) до 0,3% в 2045-2050 гг. В России убыль также сменится ростом на 0,1% в год и в 2050 г. в России будет проживать около 141 млн чел.

Уровень урбанизации в обоих сценариях ожидается примерно одинаковым. В целом в мире этот показатель увеличится с 51,6% в 2010 г. до 67,2% в 2050 г. В развитых странах он возрастет с 77,5 до 85,9%, в развивающихся – с 46,0 до 64,1%. Наиболее сильный рост доли городского населения ожидается в Азии (с 44,4% в 2010 г. до 64,4% в 2050 г.). При этом в Китае она увеличится даже больше - с 49,2 до 77,3%, а в Индии – с 30,9 до 51,7%. В России уровень урбанизации возрастет с 73,7 в 2010 г. до 81,9% в 2050 г.

Китай и Индия имеют принципиально разную возрастную структуру населения. Несмотря на то, что еще с 1951 г. Индия проводит целенаправленную политику на снижение рождаемости, степень государственного контроля над этой областью остается значительно ниже, чем в Китае (проводящего такую политику с 1978 г., но более жестко и последовательно), и в ряде штатов суммарный коэффициент рождаемости по-прежнему превышает 3,0. За период с 2001 по 2011 г. средний годовой прирост населения в Индии составил 1,76%. По прогнозу ООН, к 2050 г. население Индии возрастет с 1,21 до 1,6 млрд чел. Население Китая за то же время вырастет с 1,35 до 1,4 млрд чел., т.е., с учетом масштаба, останется практически на современном уровне, несмотря на определенную либерализацию демографической политики. Следует отметить, что уже к 2038-2040 гг. ожидается прохождение Китаем пика абсолютной численности населения, после которого оно начнет снижаться.

Несмотря на социально-экономическую значимость политики Китая по ограничению рождаемости (т.н. политика «одного ребенка»), она привела к нарастающим диспропорциям в половозрастной структуре населения, что преждевременно поставило Китай перед структурными демографическими проблемами, характерными для развитых стран (Япония, ЕС и др.): сокращение трудоспособного населения при быстром росте числа пожилых людей. Сжатие рынка труда, которое началось уже в 2013 г., станет дополнительным фактором роста себестоимости производства, следствием чего будет отток инвестиций и перемещение части производственных мощностей, особенно транснациональных компаний, в страны Юго-Восточной и Южной Азии. Кроме того, как и в развитых странах, старение населения создает значительные риски для обеспечения пенсионной системы, даже несмотря на то, что сама пенсионная система охватывает пока только около 55% населения страны. Уже в 2013 г. дефицит пенсионной системы Китая сохранялся на уровне 2,9 трлн долл. и в дальнейшем будет только расти.

В перспективе до 2050 г. Индия, в отличие от Китая, сохранит в целом демографические черты развивающейся экономики, что будет способствовать поддержанию низкой себестоимости труда и обилию трудоспособного населения.

1.1.2. Социальное развитие

Нежизнеспособность или во всяком случае ограниченная жизнеспособность либеральной организации урбанистического общества, содержательно сформулированной французским просвещением XVIII в. и наиболее полно реализованной в XX веке в странах ОЭСР, видна не только по демографии (хотя достаточно взглянуть на экономику Японии последних 20 лет, чтобы понять, насколько важна демографическая кривая). Этой модели присущ перманентный кризис сознания: человеку стало одиноко и неуютно в мире, он отчужден и не чувствует почвы под ногами. Этот кризис сознания ярче всего как в зеркале был отражен в культуре 1950-1960-х гг. Но тогда это был кризис людей, выходящих из традиционного общества, еще сохранявших живое воспоминание о нем, еще укорененного в нем. Сегодня человек страдает теми же духовными и когнитивными болезнями, но ему намного хуже, поскольку он уже не знает традиции, он в лучшем случае лишь смутно помнит, как это было раньше. Отсюда проистекает растерянность, рождающая агрессивность (и соответственно экстремизм и войны) и толкающая отнюдь не к прогрессу, а к неоднократным попыткам в дальнейшем отступить назад. Попытки регресса (стремление повернуть общество вспять) – это существеннейшая сторона социального развития в ближайшие 50 лет, которая пока не отражена в большинстве существующих прогнозов.

Любой социальный кризис – это энергетический процесс, сопровождающийся, помимо полезного действия, огромным по своему масштабу «тепловым» излучением (выплеском пассионарности масс). Традиционно такие кризисы три классических канала выплеска пассионарности: географические открытия (открытие новых рынков), войны и развитие науки. На сегодняшний день в силу глобализации географическая экспансия на суше почти исчерпана. Остались только демографически малозначимые, но экономически привлекательные Мировой океан, Антарктида и отчасти Арктика (опять же в основном Северный Ледовитый океан).

Социально-экономическая глобализация обуславливает разрешение потенциальных военных конфликтов в периферийных зонах, благодаря чему они

обретают локальный характер. Стремление к локализации военных конфликтов, благоприятное для экономики и общества, не позволит полностью сбросить пассионарность через международные конфликты. Она может уйти внутрь, т.е. в гражданские войны и общественные противостояния, что уже наблюдается в ряде крупных и экономически развитых стран.

Остается наука, обеспечивающая интенсивное, а не экстенсивное развитие. Однако проблема научного развития заключается в том, что потребитель (массовое сознание) уже пресыщен научным прогрессом и постоянной погоней за инновациями. Рано или поздно даст о себе знать его накопленная усталость, и развивающийся сегодня кризис общества потребления может сильно охладить дальнейший научно-технический прогресс.

При всей скорости экономического развития и урбанизации Индия и Китай остаются в целом бедными странами с большой долей населения, живущего за чертой бедности (порядка 13,4% - в Китае, 29,8% - в Индии), с чрезвычайно низкими душевыми экономическими показателями. Непропорционально большую роль в структуре занятости, особенно в Индии, сохраняет сельское хозяйство, часто необеспеченное современной техникой и ведущееся традиционными методами. В Китае доля работающих в сельском хозяйстве составляет сегодня 36,7% против 28,7%, занятых в промышленности, в Индии – 52% против 14%.

С другой стороны, стремительная урбанизация приводит к перенаселенности городов и росту безработицы, составившей, по официальным данным Министерства трудовых ресурсов и социального обеспечения КНР, 4,1% в 2011 г., без учета безработицы среди сельского населения (официально вообще не учитывается). В Индии уровень безработицы в 2011 г. составил 9,8% и не опускается ниже 7-8% все последние годы.

В обеих странах нарастает расслоение населения, разрыв между богатыми и бедными, что, наряду с масштабной коррупцией, провоцирует социальную напряженность, особенно в Китае, официально сохраняющем социалистическую идеологию.

Специфической проблемой Индии и Китая являются также диспропорции в половой структуре населения. В Китае на 100 мужчин в настоящее время приходится 95 женщин, в Индии – 94, что при учете численности населения, означает наличие более 30 млн мужчин в каждой из стран, которые объективно лишены возможности создать семью.

В целом социальные проблемы являются одним из ключевых вызовов для устойчивого развития экономики обеих стран, а в рамках китайской модели развития создают также серьезные угрозы для сохранения внутривнутриполитической стабильности.

1.1.3. Изменение роли государства (интересно, но для данного обзора явно избыточно)

Современный мир – это мир безусловного господства больших организаций, официальных норм и процедур во всех сферах – от повседневной жизни рядового человека до глобальной экономики и политики. Но сегодня усложнение общества, трансформация ценностей и норм, появление новых технических и организационных средств требует новых механизмов управления. Требования социальной справедливости уже не умещаются в рамки традиционных формальных бюрократических подходов [3]. Растет популярность неформальных организаций, которая проявляется в создании саморегулирующихся объединений людей через социальные сети, виртуальные пространства и пр.

Одной из важнейших тенденций посткризисного этапа мирового развития будет трансформация роли государства. Многогранные кризисные явления последних лет привели к резкому повышению роли государств, но не решили трех фундаментальных вызовов, стоящих перед государствами – кризиса сложности, кризиса налоговой базы и кризиса справедливости.

Кризис сложности – результат стремительного ускорения технологического и социального развития. В результате государственные институты, отличающиеся определенным консерватизмом (обеспечение устойчивости – одна из их задач) утратили способность своевременно и адекватно реагировать на новые задачи. Развитие информационных технологий значительно упростило коммуникации в обществе, и теперь способность общества к самоуправлению резко возрастает. В будущем можно ожидать сокращения роли государства, усиления роли общества за счет расширения сферы самоуправления. Таким образом, долгосрочный сдвиг от иерархических к сетевым формам организации продолжится.[4].

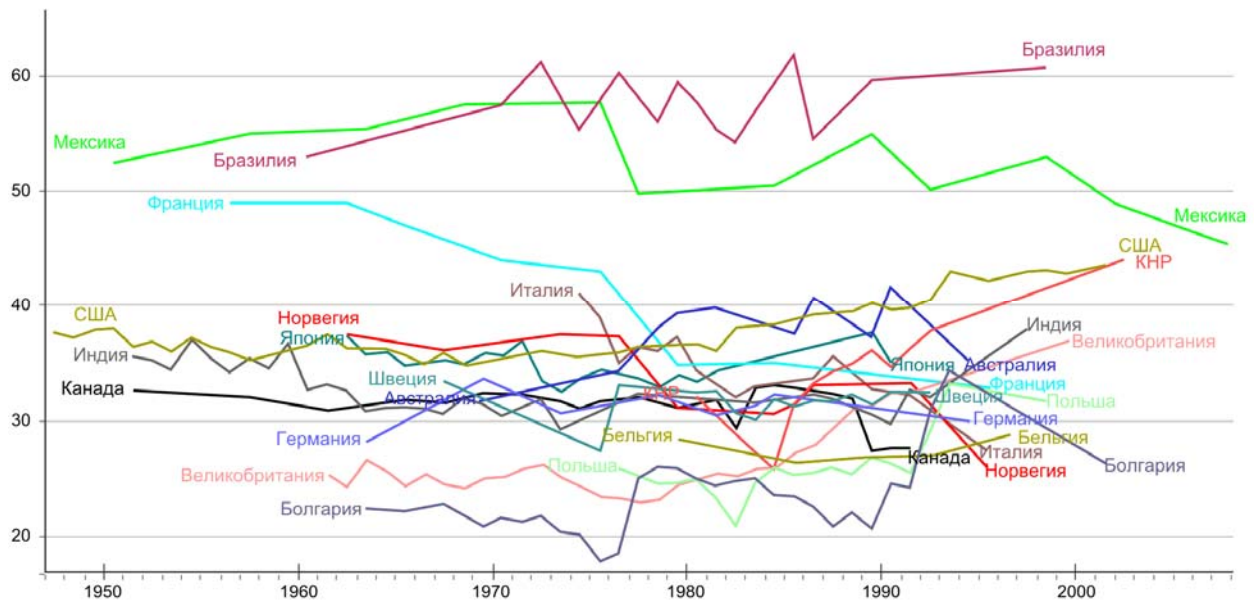
³ Подробнее об этом см. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М., 2000.

⁴ Подробнее об этом см. Тоффлер Э. Метаморфозы власти. М.: ООО "Издательство АСТ", 2003.

Кризис налоговой базы проявляется в системном опережении роста государственных расходов на удовлетворение общественных нужд (социальное и медицинское страхование, пенсионное обеспечение и пр.) над ростом доходов или налоговой базы существования государства. Долгосрочный рост социальных и медицинских расходов объективно необходим для поддержания достигнутого высокого уровня развития человеческого капитала. Между тем, в долгосрочной перспективе многие развитые страны ожидает значительное замедление экономического роста в результате действия демографических факторов и замедления роста производительности труда, т.е. объективное снижение налоговой базы.

Однако это ставит государства перед вызовом справедливости – растущая часть населения разочаровывается в способности государства проводить политику в интересах большинства. Ослабление институтов массовой демократии, несмотря на попытку их заменить институтами сетевой демократии, привели к ослаблению контроля общества над государством, особенно по ключевым экономическим вопросам. Для энергетики «вызов справедливости имеет важное значение. Для энергоизбыточных экспортно-ориентированных стран (какой является Россия) общество озабочено справедливым использованием ренты от продажи недр, находящихся (по Конституции РФ) в собственности всего общества (государства), тогда как реально основным получателем доходов становятся лишь компании – недропользователи, а налоги, идущие в консолидированный бюджет, зачастую либо оседают на счетах бюджетополучателей и присваиваются отдельными группами чиновников, либо расходуются на цели, далекие от общественных интересов. Для стран – импортеров энергоресурсов «вызов справедливости» также означает противостояние интересов населения, заинтересованного в дешевом энергообеспечении, и энергоснабжающих компаний, заинтересованных в получении дополнительной прибыли. И победа в этом противостоянии зачастую оказывается на стороне крупного бизнеса, который оказывает решающее воздействие на правительства своих стран. «Восстание элит» привело к тому, что государственные институты стали в значительной степени действовать в интересах финансовой элиты, что подрывает устойчивость системы. Следствием стал рост неравенства, в первую очередь в США и Великобритании, но в меньшей степени и в других развитых странах (рис. 1). Не является исключением и Россия.

Крайне высоким остается неравенство на глобальном уровне – между развитыми и развивающимися странами⁵.



Источник: ИЭС по данным Всемирного банка и Бюро переписи США [5]

Рис. 1. Социальное неравенство (индекс Джини) в некоторых странах в 1945-2010 гг.

В развивающихся странах ускоренная модернизация приводит к тому, что общество испытывает огромные перегрузки, стремительно трансформируясь под воздействием извне.[6]. Неравномерность трансформации по различным аспектам социальной жизни порождает острые напряжения в обществе и для личности. При этом каждая следующая волна все сильнее ощущает конкуренцию со стороны стран, уже прошедших модернизацию. Наконец, рост развивающихся стран, в отличие от периода ускоренного подъема развитых стран, наталкивается на очень серьезные экологические ограничения и ограниченность природных ресурсов и пространства для экономического роста. В результате модернизация развивающихся стран сопровождается острыми социальными, культурными, этнорелигиозными, политико-экономическими противоречиями. Формируются предпосылки для многочисленных межгосударственных и гражданских войн, социальных взрывов и политической нестабильности, терроризма. В последние годы мир столкнулся с нарастающей проблемой радикализации социальных

⁵ Global Inequality: Beyond the Bottom Billion – A Rapid Review of Income Distribution in 141 Countries. United Nations Children’s Fund (UNICEF), New York, April 2011.

⁶ Подробнее об этом см. Эйзенштадт Ш. Революция и преобразование обществ. Сравнительное изучение цивилизаций. М., 1999..

движений и их активизации в результате экономических проблем во многих развивающихся странах. Рост их влияния отражает кризис политической системы управления. Эти риски станут наиболее значительными, если к власти в одной из ключевых стран мира придут радикальные политики, что сразу же сделает проблему предельно острой.

Все эти процессы подорвали стабильность мировой системы. Экономический кризис нарушил равновесие, которое ранее поддерживалось увеличением «общего пирога». Более того, он поставил в повестку дня вопрос кардинального снижения государственных расходов и соответственно ликвидации (или как минимум существенного ограничения) государства всеобщего благосостояния.

Можно говорить о мировом кризисе бюрократии. Энергия гражданского общества, накопленная в рамках государств, сегодня в эти рамки уже не уместается и стремится выплеснуться в иные организационные форматы (внутристрановые, наднациональные, виртуальные, религиозные, мистические и пр.). Накопленные противоречия требуют выхода, который может быть как негативным (нарастание социальных протестов, революций и общественных беспорядков), так и позитивным. Конструктивным решением проблемы может быть движение к государству нового типа – сетевому государству развития, сконцентрированному на ключевых проблемах развития, которые без участия государства решены быть не могут.

Для восстановления баланса между государственной властью и гражданским обществом и разрешения межгосударственных геополитических противоречий необходимо формирование новой модели государственного управления – сетевому государству развития.

В США, как и в Европе, уже сложились основы « сетевого государства развития» (network developmental state⁷), в отличие от классического «бюрократического государства развития», которое стояло за экономическим ростом стран Восточной Азии. Суть этого феномена – центральная роль государства в координации сложных исследовательских проектов и обеспечении

⁷ Negoita, Marian. 2011. To Hide or Not to Hide? The Advanced Technology Program and the Future of U.S. Civilian Technology Policy. in State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development, edited by Fred Block and Matthew Keller. Boulder: Paradigm.

условий для их реализации. Четыре ключевые функции сетевого государства развития состоят в следующем:

-  выделение целевых ресурсов;
-  открытие технологических «окон»;
-  посредничество между различными игроками рынка и типами агентов;
-  содействие распространению инноваций.

Эти функции позволяют преодолеть как «провалы рынка» (информационную асимметрию, проблемы и доверия, неопределенность, недостаточные инвестиции в общественные блага), так и «провалы сетей»[8]. Последнее особенно важно, поскольку современный инновационный процесс носит сетевой характер – большинство инноваций возникает в результате сотрудничества многих агентов. В силу этого сетевое государство развития носит децентрализованный характер, что соответствует сложности современного инновационного процесса. При этом регулирующие органы тесно переплетаются с экспертным сообществом⁹.

Государство в США и ЕС играет решающую роль в инновационном развитии (поощрение инноваций, переподготовки работников, развития инфраструктуры, создания систем координации и сетевого взаимодействия)¹⁰, явная и неявная государственная поддержка скрывается за многими успехами. За последние 50 лет фактическая роль государства в инновационном процессе в США резко возросла[11]. В начале этого периода она была сосредоточена преимущественно в космической и оборонной областях, в остальном ведущую роль в инновационном процессе играли крупнейшие частные корпорации.

Многие агентства в США играют активную роль в постановке задач исследований, что способствовало прорывным инновациям в развитии компьютерных технологий, полупроводников и Интернета, а также биотехнологий и геномной инженерии.

⁸ Whitford, Josh. 2005. The New Old Economy: Networks, Institutions, and the Organizational Transformation of American Manufacturing. Oxford: Oxford University Press.

⁹ См.: Schrank, Andrew, and Josh Whitford. 2009. Industrial Policy in the U.S.: A Neo-Polanyian Interpretation. *Politics & Society* 37(4):521-53)

¹⁰ Fuchs, Erica. 2010. Rethinking the role of the state in technology development: DARPA and the case for embedded network governance. *Research Policy* 39:1133-47.

¹¹ Whitford, Josh, and Andrew Schrank. 2010. The Paradox of the Weak State Revisited: Industrial Policy, Network Governance, and Political Decentralization. In *State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development* edited by Fred Block. New York: Paradigm Press.

Сетевое государство развития ЕС менее эффективно, чем в США, в силу меньших частных затрат на НИОКР, слабости венчурного финансирования, бюрократизации управления. Еще одна проблема состоит в слабой координации европейских структур с национальными (страновыми) и хронических противоречиях между ними. В США децентрализация управления инновационным процессом и его финансирования сочетается с единством национального инновационного пространства. Эти процессы не сегментированы национальными границами. Между тем, в ЕС до сих пор национальные инновационные системы важнее соответствующих общеевропейских институтов[12] в отношении миграции ученых, обмена знаниями, национального лоббизма. Это придает инновационной системе США большую гибкость и эффективность [13.]

Но в ЕС масштабное стимулирование инноваций – официально заявленная и общественно признанная цель. Сетевое государство развития в США сталкивается с серьезными проблемами [14], во многом обусловленными его скрытым характером – слабой публичной поддержкой, слабостью демократического контроля, рисками снижения финансирования, слабостью координации, «коммодификацией знания» в результате злоупотребления правом интеллектуальной собственности. Современный инновационный процесс носит сетевой характер, что предполагает активный обмен знаниями и высокий уровень доверия, однако текущий режим интеллектуальной собственности дестимулирует сотрудничество.

Итак, в ЕС и, особенно в США, фактически сложилось «сетевое государство развития», которое должно стать ключевым субъектом неоиндустриализации. Организационные принципы, на которых оно построено, адекватны этой задаче. Вместе с тем, оно сталкивается с проблемами слабости публичной поддержки и контроля, плохой координации, рисками снижения финансирования, обусловленными его скрытым характером. Не существует гарантии его успешного развития. Одновременно попытки перехода от «бюрократического государства

¹² Crescenzi R., Rodriguez-Pose A., Storper M., The Territorial Dynamics of Innovation: A Europe-United States Comparative Analysis. [Journal of Economic Geography](#), 2007, Vol. 7, Is. 6, pp. 673-709.

¹³ Kerr, W., 2009. The agglomeration of U.S. ethnic inventors, in Glaeser, E. (Ed.), *Economics of Agglomeration*, University of Chicago Press, Chicago, IL.

¹⁴ Block, Fred. 2008. Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the U.S. *Politics & Society* 36(2): 169-206.

развития» к сетевому предпринимает Китай, активно развивающий национальную инновационную систему, а также другие страны Восточной и Юго-Восточной Азии.

Следует подчеркнуть, что переход к сетевому государству развития не должен рассматриваться только технократически, как усиление роли государства в инновационном процессе. Сам инновационный процесс формируется в сложном переплетении экономических, технологических, социальных, институциональных, культурных и политических процессов [15]. Понимание сетевого государства развития должно быть более широким. Оно должно ориентироваться на ключевые проблемы развития, в первую очередь технологические, социальные и экологические. Все эти проблемы должны решаться на основе диалога со всеми заинтересованными сторонами, при учете мнения локальных сообществ и общественных организаций, в режиме прозрачности и подотчетности государственных структур. Это означает глубокий сдвиг приоритетов по сравнению с традиционными моделями государственного управления.

1.2. Экономика

1.2.1. Глобальные тенденции

Индустриальное развитие ограничено пределами экологической емкости Земли¹⁶ по параметрам потребления ресурсов и производства отходов. Его продолжение приводило к выходу мировой системы за пределы роста. Кризис 1970-х гг. был разрешен переходом к постиндустриальной фазе развития тремя путями – глобализация, информатизация и либерализация. Ключевые показатели мировой динамики после 1970 г. резко изменились. Темпы экономического роста снизились с 4-5% в год в 1945-1970 гг. до 3% в год в 1970-2010 гг. Темпы роста потребления энергии снизились с 5% в год до 2% и менее. Темпы роста населения начали упали с 2,0% до 1,3%. Но в 2000-е гг. произошло исчерпание потенциала глобализации, информатизации и либерализации.

¹⁵ The Political Economy of Capabilities Accumulation: the Past and Future of Policies for Industrial Development, Edited by M. Cimoli, G. Dosi and J. E. Stiglitz, Oxford University Press, 2008.

¹⁶ Количественные оценки пределов роста, данные Римским клубом, спорны. Принципиальное наличие экологических ограничений не вызывает сомнений, но они зависят от фазы развития и могут быть значительно отодвинуты технологическим прогрессом.

Кризис не был полностью преодолен, и это было вскрыто в ходе глобального финансово-экономического кризиса 2008-2009 гг.

Кризис конца 2000-х гг. был обусловлен кризисом «виртуальной экономики» и спекулятивного мирового рынка «бумажных» активов (включая нефтяной фьючерсный рынок), угрозой глобального потепления. Возникла необходимость очередной смены парадигмы развития. Это потребовало усиления роли государства, перехода основных углеводородных ресурсов под контроль национальных нефтегазовых компаний (вместо доминирования транснациональных компаний), развития принципов регионального самообеспечения и национальной энергетической безопасности, интенсификации энергосбережения и развития ВИЭ.

Каждый кризис вызывал изменение динамики мировой энергетики (рис. 3.6 - ?), которая сходилась с устойчивой траектории экспоненциального роста, характерной для докризисного периода (1945-1970, 1980-2005 гг.). В ходе кризиса темпы роста мирового энергопотребления снижались и могли становиться отрицательными, а после кризиса формировалась новая устойчивая траектория экспоненциального роста. В перспективе 2010-2050 гг. неизбежно произойдет выход из режима индустриального роста в развивающихся странах.

Исторически волны индустриального роста всегда сопровождались значительным ростом спроса, а затем и цен на сырьевые, в частности, энергетические товары. Но в неоиндустриальном развитии значительную роль будет играть внедрение энергоэффективных технологий (как специально для снижения энергоемкости, так и в виде побочного эффекта общей модернизации производства). Во многих ключевых развивающихся странах, включая Китай, наиболее энергоемкая стадия индустриализации пройдена или будет пройдена до 2020 года. В этой связи не следует ожидать столь мощного позитивного шока спроса, какой имел место в 2000-е гг., особенно учитывая риски кризиса проектов экономической модернизации в развивающихся странах (во многом по социально-политическим причинам) и резкого торможения роста.

Признаки перехода к неоиндустриальному развитию уже проявляются в ведущих странах мира. Так, в США сложился консенсус политической и экономической элиты, ярким выражением которого стало избрание в ноябре 2016 г. президентом США Д. Трампа, согласно которому только активное

промышленное развитие на базе принципиально новых технологий может обеспечить долгосрочное лидерство США, и для этого требуются значительные усилия со стороны как бизнеса, так и государства¹⁷. Преодолены иллюзии «новой экономики» конца 1990-х гг. и виртуальной экономики 2000-х гг., осознана необходимость инфраструктурной и технологической политики¹⁸. Это понимание отражено в целом ряде исследовательских докладов авторитетных экспертных организаций¹⁹, а также в официальных документах²⁰. Осознание ключевой роли промышленности и промышленной политики формируется и на международном уровне²¹.

Экономическое развитие в период до 2065 года сохранит свой циклический характер, когда периоды экономического роста будут чередоваться с волнами экономических кризисов и рецессий. При этом экономические кризисы будут и в будущем создавать значительные риски и угрозы устойчивому росту мировой экономики и энергетики.

Мировая экономика будет стремиться к устойчивому развитию, ключевым показателем которого станут не столько темпы экономического роста, сколько показатели экономической, энергетической, экологической и социальной эффективности экономического развития.

Вместе с тем, в период 2016-2065 гг. ожидается стабилизация ежегодных темпов роста мировой экономики на уровне 2,9-3,3% вследствие замедления (а в развитых странах – отрицательных значений) темпов прироста населения

¹⁷ США в поисках ответов на вызовы XXI века. Москва: Изд-во ИМЭМО РАН, 2010. 290 с. David, P.A. and Wright, G., 2003. General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution, in: P.A. David and M. Thomas (eds.), The Economic Future in Historical Perspective, Oxford University Press.

¹⁸ Schacht Wendy H. Industrial Competitiveness and Technological Advancement: Debate Over Government Policy. Congressional Research Service. November 5, 2009. Goldsberry Clare. Woods Douglas K. The Manufacturing Mandate. Unleashing a Dynamic Innovation Economy. The Association For Manufacturing Technology, McLean, Virginia, 2010.

¹⁹ Ettlinger Michael, Kate Gordon, 2011. The Importance and Promise of American Manufacturing. Why It Matters if We Make It in America and Where We Stand Today. Center for American Progress, April 2011. Engler John. Manufacturing Strategy For Jobs and a Competitive America. National Association of Manufacturers, June 2010. Popkin Joel, Kathryn Kobe, 2010. Manufacturing Resurgence. A Must for U.S. Prosperity. National Association of Manufacturers and the NAM Council of Manufacturing Associations, January 2010. Scott Robert E.. Bringing Manufacturing Back to the United States. Dec/Jan 10. Tassey Gregory. Rationales and mechanisms for revitalizing US manufacturing R&D strategies. US Government 2010 National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, 29 January 2010.

²⁰ American Recovery and Reinvestment Act of 2009. Public Law 111–5, 111th Congress, 123 STAT. Authenticated U.S. Government Information. US GPO, Washington, DC 20401. FEB. 17, 2009. Report to The President on The National Export Initiative: The Export Promotion Cabinet’s Plan for Doubling U.S. Exports in Five Years. Washington, D.C. September 2010.

²¹ Rodrik, D., 2004, “Industrial Policy for the Twenty-First Century,” manuscript prepared for UNIDO.

планеты (с достижением потолка на уровне 9 млрд человек), снижения интенсивности основных факторов производства, ограничения возможностей прироста продуктивных территорий, ужесточения проблемы водоснабжения, удорожания основных природных ресурсов и энергопотребления в долгосрочной перспективе. В предстоящие десятилетия сохранится (но будет постепенно сглаживаться) дуализм мировой экономики: развитых и развивающихся стран с большими различиями в темпах роста (в среднем 1,7-1,9% и 4,1-4,5% в год соответственно). Вследствие этого, ВВП мира вырастет не более чем в 3,5 раза к 2065 г. (по сравнению с уровнем 2010 г.) при радикальном изменении его региональной структуры (доля стран, не входящих в ОЭСР, достигнет 65-70% к 2065 г. по сравнению с 45% в 2010 г.)²².

Рост мировой экономики будет сопровождаться повышением эффективности использования ресурсов и ускоренным развитием неэнергоемких секторов, что приведет к снижению энергоемкости ВВП в целом по миру до 0,07-0,08 т н.э./тыс. долл. ВВП (в 2010 г. - 0,17 т н.э./тыс. долл. ВВП). Будет наблюдаться конвергенция страновых уровней энергоемкости: наибольшие темпы снижения энергоемкости будут наблюдаться в странах, не входящих в ОЭСР, что позволит им к концу рассматриваемого периода приблизиться по этому показателю к странам ОЭСР.

Уровень жизни населения будет расти во всех регионах мира. Ожидается, что душевой ВВП, в среднем по миру, увеличится в период 2010-2065 гг. в 2,5-3 раза. Но при этом душевое энергопотребление будет повышаться значительно медленнее, демонстрируя прирост 10-15% за эти сорок лет. Увеличение душевого энергопотребления будет обеспечено, прежде всего, за счет стран, не входящих в ОЭСР, в то время как страны ОЭСР, преимущественно, будут снижать данный показатель.

Долгосрочным трендом мирового экономического развития станет неоиндустриализация, которая обеспечит возрождение промышленного производства на базе внедрения и использования принципиально новых технологий (NBIC – конвергенция нано-, био-, информационных и когнитивных технологий) и решения новых задач обеспечения высокого качества жизни в гармонии с природной средой. Поэтому неоиндустриальное развитие будет включать в себя новые технологии получения, преобразования и использования

²² Показаны результаты расчетов для ВВП по ППС.

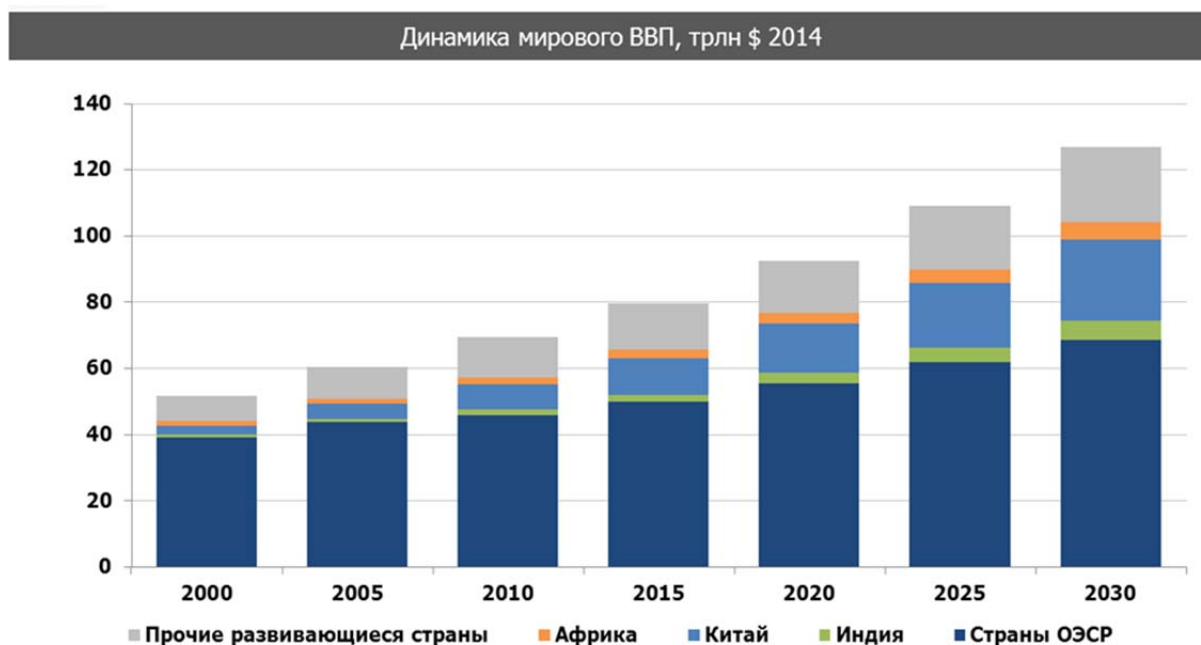
энергии, технические решения для создания энергетических и информационных систем нового поколения, новых видов транспорта и связи, новой среды обитания. Эти задачи будут решаться с учетом требований энергоэффективности, минимизации количества отходов и стремления к безотходному производству. Это означает «третью промышленную революцию», вероятно широкое распространение робототехники (что снизит значимость дешевой рабочей силы), автоматизированных производств, новых материалов. При этом развитие энергетики будет, очевидно, играть центральную роль в неоиндустриальном развитии мировой экономики.

Рост мировой экономики является необходимым условием для роста спроса на энергоносители. Ожидается, что мировая экономика в ближайшие пятнадцать лет будет расти со средним темпом в 3% ежегодно. Причем темпы роста мировой экономики будут постепенно замедляться. Лидерами по темпам роста ВВП будут оставаться развивающиеся страны Азии. Так, среднегодовой рост экономики Китая в 2016-2030 гг. ожидается на уровне 5,4%, Индии – 6,7%. К 2030 г. на развивающиеся страны будет приходиться 46% мирового ВВП.

Мировая экономика в период до 2030 года продолжит ощущать последствия финансового кризиса 2008 года. Этот кризис серьезно пошатнул глобальный потребительский спрос, в результате сформировался значительный избыток производственных мощностей и серьезно сократились инвестиции. Сверхмягкая монетарная политика регуляторов развитых стран предотвратила массовые банкротства, но в то же время затормозила расчистку мировой экономики от неэффективных предприятий и привела к многократному росту задолженности. Беспрецедентно низкие процентные ставки способствовали раздуванию стоимости финансовых активов. Все это привело к накоплению рисков в глобальной финансовой системе и понизило ее устойчивость к шокам. На этом фоне во многих развитых странах обостряется социально-политическая ситуация, начинают процветать протекционистские и изоляционистские настроения. Яркими примерами переживаемых в настоящее время социально-экономических проблем служат новая волна миграции в Европу, рост влияния националистических партий в европейских странах и решение о выходе Великобритании из состава ЕС (Brexit).

Высокие макроэкономические риски присущи и развивающимся странам. Значительный избыток производственных мощностей и рост корпоративной

задолженности подталкивает руководство Китая к проведению сложнейших структурных реформ, направленных на повышение доли внутреннего потребления и сервисных отраслей в экономике. На фоне неблагоприятной демографической ситуации это приведет к дальнейшему замедлению темпов экономического роста в стране до 4% к 2030 году. Главные надежды по поддержанию темпов роста мировой экономики возлагаются на Индию, учитывая ее успехи в проводимых реформах.



Интегральным выражением организации мирового экономического пространства и важнейшим мировым институциональным пространством является господствующий валютный режим в сочетании со структурой реальных и оптимальных валютных зон. В связи с трансформацией глобальной валютной системы и усложнением структуры мировых финансов эта форма институционального пространства будет играть все большую роль. При этом валютный режим отчасти отражает состояние мировой экономики (уровень интеграции рынков, тенденции глобализации и регионализации, соотношение уровня развития регионов), но отчасти и формирует тенденции ее развития.

Важную роль играют институциональные пространства на базе инфраструктуры и региональных производственных систем, тесно связанных взаимными инвестициями и торговлей. Эти пространства могут существовать в форме региональных торговых соглашений, системы двусторонних отношений, региональных интеграционных группировок различного типа, специализированных отраслевых организаций. По мере усиления роли инфраструктурных факторов и региональных и глобальных цепочек создания стоимости их роль возрастает.

Отличительной чертой современной глобальной экономической интеграции является нарастающая интернационализация производства.

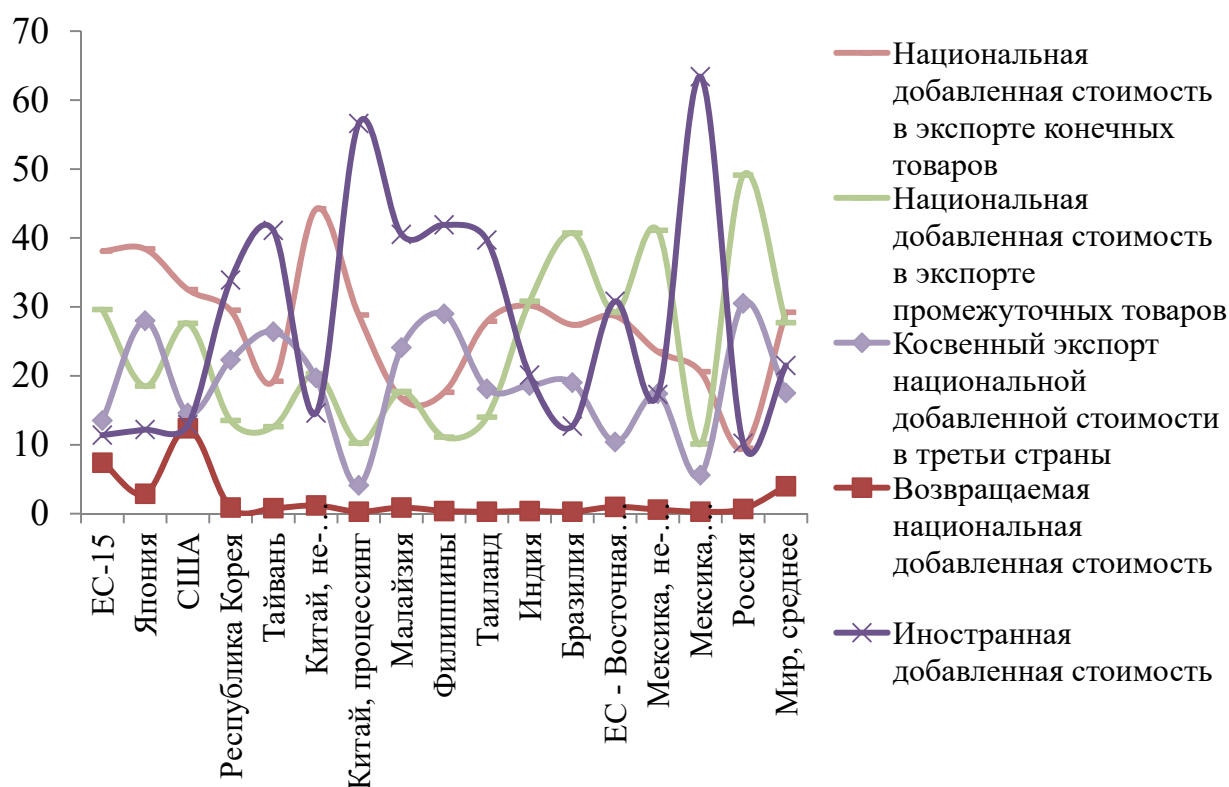
Это нашло свое выражение в таких феноменах, как стремительный рост транснациональных корпораций, прямых иностранных инвестиций, развитие внутриотраслевой и внутрифирменной торговли, развитие оффшоринга как материального производства, так и различных видов услуг, формирование глобальных логистических цепочек и глобальных производственных сетей. Одновременно резко возросла как валовая доля, так и качественная роль развивающихся стран в мировой промышленности, а соответственно – и уровень и характер конкуренции на большинстве рынков промышленной продукции.

В совокупности указанные изменения кардинально изменили условия развития экономики и, в первую очередь, промышленности, как наиболее тесно вовлеченного в процессы интернационализации сектора мировой экономики. Пространство локационных решений расширилось с национального экономического пространства для мирового. Конкуренция приобрела глобальный характер (как в плане происхождения конкурентов на данном рынке, так и в плане пространственного охвата рынка данной компании), причем в конкуренцию на рынках промышленной продукции оказались вовлечены страны с принципиально различной обеспеченностью факторами производства, абсолютными и относительными ценами на них, технологическим уровнем и институциональной структурой.

В результате интеграции рынков, развития систем управления логистическими цепочками, информационной революции, активного вовлечения развивающихся стран в международное разделение труда стала возможна «девертикализация» производства. На место «массивных» и относительно простых процессов международного разделения труда по обеспеченности трудом (квалифицированным и неквалифицированным), капиталом и землей постепенно приходит качественно более сложная система, где основой специализации являются особые компетенции, которые формируются в сложном переплетении экономических, технологических, социальных, институциональных, культурных и политических процессов.

Важным аспектом современного промышленного роста в развивающихся странах является отрыв динамики экспорта от динамики создания добавленной стоимости, что связано с формированием глобальных производственных цепочек и сетей и развитием вертикальной специализации в мировой торговле, а также развитием экспортных процессинговых зон.²³ До формирования глобальных и региональных производственных цепочек в последние 30-40 лет экспорт, как правило, практически полностью состоял из добавленной стоимости, созданной в стране-экспортере. В настоящее время это уже не так – значительная часть экспорта многих стран состоит из комплектующих и узлов, ранее импортированных, а значительная часть импорта используется как компонент для производства экспортных товаров. Тем самым валовой объем торговли отрывается от торговли добавленной стоимостью.

²³ Mayer Jörg, 2004. Industrialization In Developing Countries: Some Evidence From A New Economic Geography Perspective, UNCTAD Discussion Papers 174, United Nations Conference on Trade and Development.



Источник: Koopmans, Powers, Wang, and Wei. (2010)²⁴.

Примечание: процессинговая торговля для Китая и Мексики включает торговлю в рамках особого таможенного режима.

Рис. п1. Структура экспорта добавленной стоимости в рамках вертикальной дезинтеграции по странам мира, %

Опережающий рост экспорта касается в первую очередь отраслей с высокой трудоемкостью и энергоемкостью. Он в гораздо меньшей степени касается отраслей с развитыми межотраслевыми связями и высокой ролью технологических факторов (последние мигрируют только в страны с уже достаточно развитой промышленной базой, но создают меньший рост экспорта и больший рост добавленной стоимости). Значительный рост добавленной стоимости при росте экспорта наблюдается только в странах, где уже существует значительная промышленная база и где прилагаются усилия для развития структурных связей между экспортным сектором и остальной частью промышленности.

Процесс формирования производственных цепочек носит в первую очередь региональный характер – торговля промежуточными товарами сильнее регионализирована, чем торговля конечными товарами и добавленной стоимостью. Крупнейшей региональной производственной системой является Восточная Азия, где Китай выступает в качестве финального сборочного цеха, и Япония, Тайвань, Республика Корея – как поставщики промежуточных товаров. В результате огромный дефицит США в торговле с Китаем отражает не только и не столько

²⁴ Koopmans, Robert, William Powers, Zhi Wang, and Shang-Jin Wei. 2010. Giving Credit where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains..NBER Working Paper No. 16426.

взаимодействие этих двух стран, сколько взаимодействие США со всей восточноазиатской производственной системой, включающей также Японию, Республику Корея, Тайвань и др. Для Китая и Мексики процессинговые производства в экспортных зонах играют особенно важную роль.

Глобальные и региональные производственные цепочки нуждаются в особом регулировании и обеспечении согласованности работы всех их элементов. Эти функции обеспечивает сложная система структур и институтов, включая глобальные и региональные транспортные и логистические компании, системы управления поставками крупных корпораций, глобальные и региональные торговые соглашения, особенно касающиеся поставок промежуточных товаров, двусторонние торговые соглашения, национальные и международные органы регулирования режима прав интеллектуальной собственности, технологических стандартов и разрешения споров. Важность институциональных пространств, которые бы интегрировали эти структуры и институты, будет расти.

1.2.2. Региональные отличия (если мы используем только прогнозы МЭА, то РЭО не имеет смысла. Надо ссылаться и на российские источники. М.б. и на обзор развития Мировой энергетики до 2040 г., выполненный ИНЭИ РАН и Аналитическим центром при Правительстве РФ).

Согласно прогнозам как российских организаций, так и МЭА, экономический рост в Европе будет постепенно замедляться в период 2016-2040 гг. Так, в перспективе до 2020 г. среднегодовые темпы экономического роста стран Европы составят 1,9%, а к 2040 г. снизятся до 1,6%.⁸ В дальнейшем, темпы экономического роста в Европе стабилизируются, в среднем, на уровне 1,5% в год. Относительно скромные темпы экономического роста в совокупности с дальнейшим прогрессом в сфере развития технологии энергоэффективности и энергосбережения приведут к абсолютному сокращению потребления первичных энергоносителей в Европе. Так, прогнозируется, что к 2040 г. потребление первичной энергии странами Европы сократится на 13% к уровню 2013 г., а через 50 лет оно может упасть не менее чем на 20%.

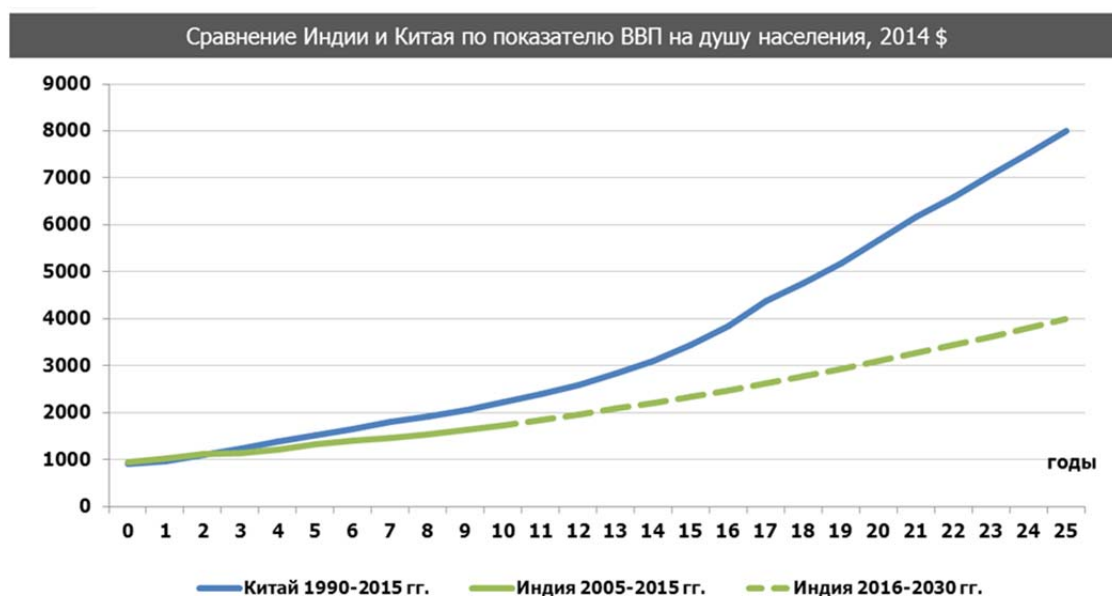
Китай и Индия как крупнейшие страны мира, находящиеся на низком уровне экономического развития, будут решающим образом определять темпы мирового экономического роста в ближайшие десятилетия. На фоне замедляющегося в последние годы Китая Индия увеличивает темпы экономического роста. Возникает вопрос, сможет ли Индия достичь темпов роста, которые демонстрировал Китай в 1990-е и 2000-е годы. Если Китай в начале 90-х годов воспользовался преимуществами глобального мирового рынка, то Индия остается до сих пор относительно закрытой в экономическом смысле страной.

Приход к власти в Индии рыночно ориентированных политических сил повысил темп экономического развития страны и вселил определенные надежды на возможное повторение сценария успешного экономического развития Китая.

Слабость центральной власти и невозможность реформирования сверху вниз замедляют темпы экономического развития Индии. В Индии 15 национальностей имеют свой официальный язык. Страна населена несколькими тысячами племен и каст, проживающих компактно. Это ограничивает возможности централизованного управления. Относительно медленная урбанизация Индии является отражением существующих в стране противоречий.

Промышленность и сельское хозяйство Индии характеризуются низкой производительностью труда и отсутствием доступа к дешевому кредиту, что ограничивает потенциал экономического развития. Высокая доля потребления в ВВП Индии, отрицательный торговый баланс, высокие затраты на содержание госаппарата истощают внутренние источники накопления капитала и затрудняют повторение китайского опыта ускоренного инвестиционного роста.

Пик индустриализации страны на собственной технологической базе пришелся на 2008 год. Без улучшения инвестиционного климата невозможен приток зарубежных инвестиций, конкуренция за которые в период глобального избытка производственных мощностей возросла. По нашим оценкам, Индия вряд ли в ближайшее десятилетие сможет повторить траекторию роста, по которой двигался Китай в предыдущие десятилетия. Тем не менее, в среднесрочной перспективе Индия продолжит демонстрировать достаточно высокие темпы экономического роста, опережая по данному показателю Китай.



Быстрый рост экономики Китая и Индии в 1990-е и 2000-е гг. имел экспортно-ориентированный характер, опираясь на низкую себестоимость производства и благоприятный налоговый режим, привлечший масштабные иностранные инвестиции. Благодаря этому Китай стал не только поставщиком низкокачественных и дешевых товаров легкой промышленности и сельского хозяйства, но и «сборочным цехом» для высокотехнологичных мировых компаний. В результате доля электрических машин, оборудования и их частей в структуре экспорта Китая достигла по состоянию на 2010 г. 24,6%.

Рост себестоимости производства, который является безальтернативной тенденцией в обозримой перспективе, неизбежно приведет к уходу из Китая многих иностранных компаний в другие развивающиеся страны, что будет дополнительно поддержано неоиндустриализацией в развитых экономиках. Следствием этого станет уменьшение доли иностранного производства в структуре экспорта, что потребует ее восполнения товарами национальных производителей. Фактически Китаю в 2013-2025 гг. необходимо повторить путь Южной Кореи, а еще раньше Японии, сделав скачок к производству высококачественной и высокотехнологичной продукции, ориентированной как на внешний, так и на внутренний рынок, который еще требуется развивать. Однако рынки развитых стран, встающих на путь неоиндустриализации, окажутся практически закрытыми для экспорта таких товаров, а на рынках развивающихся стран Китаю будет сложно конкурировать по цене с производителями из стран Юго-Восточной и Южной Азии (Бангладеш, Камбоджа, Пакистан, отчасти Индия и др.), в которые в 2010-е гг. будет перемещен «сборочный цех» западных компаний. Все это создает серьезные риски для сохранения экспортной ориентации экономики Китая и делает все более значимым развитие его внутреннего рынка. Этот же фактор будет способствовать повышению внимания Китая к проникновению на рынки сбыта Евроазиатского региона, прежде всего, России и Казахстана, где высокотехнологичная продукция его национальных производителей еще почти не представлена.

Несмотря на многочисленные вызовы, экономическое развитие Китая и Индии в период до 2065 г., в целом можно охарактеризовать как устойчивое, что не исключает серьезных социальных, внутриполитических и геополитических рисков, стоящих перед этими странами, а также циклического повторения экономических спадов и кризисов. При этом развитие Индии будет более динамичным (6-7% прироста ВВП в год в целом за период), что обуславливается

более низкой накопленной базой, наличием большого числа молодого, трудоспособного населения (его более оптимальной возрастной структурой) и меньшей стоимостью труда.

1.3. Окружающая среда

1.3.1. Доступ к чистому воздуху и чистой пресной воде

Ежегодно на Земле из-за загрязнения окружающей среды ежегодно умирает 12,6 млн человек. На долю низкого качества воздуха, которым мы дышим, воды, которую мы пьем, и нарушенных экосистем приходится 23% всех смертей в мире и 26% смертности детей в возрасте до 5 лет.

Загрязнение атмосферного воздуха и воды влечет включение в стоимость электроэнергии дополнительных экологических налогов и рост цен на электроэнергию; ограничение границ зон размещения ТЭС из-за особенностей трансграничного переноса газообразных выбросов в атмосфере Земли; ограничения на использование угля во многих районах, предпочтение газа и ВИЭ; снижение доступности водных ресурсов для энергетических целей; увеличение расхода энергии на процессы очистки воды.

Проблема истощения ресурсов чистой пресной воды все острее стоит не только для водоемких стран Европы, Азии и Африки, но и для стран с традиционно высоким уровнем водного обеспечения на душу населения, в том числе и отдельных регионов России.

Большинство пресноводных водоемов и рек являются наиболее уязвимыми от техногенного воздействия природно-технических систем, под которыми понимаются любые инженерные сооружения (включая энергетические объекты и транспорт), взаимодействующие с окружающей средой. Постоянно наблюдаются изменения физических, химических и биологических свойств воды в связи со сбросом в водоемы жидких, твердых и газообразных веществ промышленными предприятиями и водным транспортом. Таким образом, вода в них становится опасной и фактически непригодной для использования.

Всего на долю легко доступной для использования человеком пресной воды приходится чуть меньше 0,5% всей имеющейся воды на планете. По данным ВОЗ 1/3 населения планеты не имеет доступа к чистой питьевой воде. Во многих регионах мира вода становится важнейшим геополитическим объектом, причиной международных конфликтов, осложнения межгосударственных

отношений и миграционных процессов. В настоящее время мировое изъятие воды на различные нужды человечества приближается к 10% от общего ее запаса на планете. К 2050 г. эта цифра, по некоторым прогнозам, может вырасти до 20% и более. Результаты мониторинга изменения уровня воды за последние 50 лет показывают, что в крупнейших реках мира уровень воды постоянно снижается. Мелеют некогда полноводные реки Европы, а так же китайская Хуанхэ, Колорадо в США, Ганг в Индии и многие другие реки планеты.

1.3.2. Климатические изменения (несмотря на заявление о том, что данный обзор учитывает особое мнение России, данный раздел полностью основан на «зеленой стратегии» ЕС и несет для России немало ограничений).

Несмотря на то, что принципиально механизм изменения климата хорошо изучен, сложность прямых и обратных связей определяет трудности прогноза изменения климата. При фиксированной величине выбросов существует неясность относительно текущего и равновесного уровня концентрации CO₂, а также реакции климатической системы на это изменение. Кроме того, значительная неясность существует относительно самих объемов выбросов CO₂.

Для удержания роста температуры в пределах 2,0 градуса необходимо стабилизировать выбросы CO₂ на современном уровне до 2030 г. и снизить на 50% к 2050 г. Следует отметить, что эта оценка отличается сравнительно низкой степенью точности из-за неопределенной реакции климатической системы на изменение климата. Суммарно современная антропогенная эмиссия составляют 45-47 млрд т CO₂-экв./год. Энергетический сектор обеспечивает около 30 млрд т CO₂-экв./год. Остальную часть дают лесное и сельское хозяйство, фторсодержащие хладагенты, полигонный газ, промышленные технологии, не связанные с получением энергии. Для энергетики такое снижение означает удержание уровня современных выбросов до 2020 года и их снижение до 14 млрд тонн CO₂-экв. в год к 2050 году. Такая задача требует радикального снижения сжигания ископаемого топлива и повышения его эффективности, для чего необходим сложный комплекс технологических и экономических мероприятий.

Естественные факторы вместе с ожидаемым существенным снижением уровня солнечной активности должны привести к достаточно продолжительной фазе небольшого относительного похолодания в середине нынешнего столетия, которая сменится новым, еще более существенным потеплением в конце XXI века.

Величина максимального потепления к концу столетия оценивается в 2,0-2,5° С, что находится на уровне максимальных отметок, достигнутых во время раннебореального (9,0–8,7 тыс. лет назад) и атлантического (6–5 тыс. лет назад) оптимумов голоцена.

Важным фактором в условиях изменения климата является динамика состояния криолитозоны на севере Европейской России и Западной Сибири. В первую очередь это касается состояния вечной мерзлоты, площадь распространения которой в России превышает 11 млн км², что составляет до 65% территории страны. Особенно остро эта проблема стоит для севера Западной Сибири, где сосредоточены и разрабатываются богатейшие нефтегазовые месторождения. Там же находятся крупнейшие в мире города, построенные на вечной мерзлоте – Надым, Новый Уренгой и др. Есть все основания предполагать, что уже в нынешнем столетии природно-климатическая обстановка исследуемого региона изменится самым существенным образом, и это необходимо учитывать уже сейчас при дальнейшем проектировании инфраструктуры.

Необходимость обеспечить снижение выбросов CO₂ в тепловой энергетике для предотвращения глобального изменения климата Земли потребует радикального снижения объемов сжигания ископаемого топлива и модернизации оборудования большинства электростанций, а также рост затрат на создание систем улавливания и захоронения CO₂.

Обостренное внимание мирового сообщества к вопросам антропогенного влияния на изменение климата, вызванное растущим объемом выбросов парниковых газов, ведет к тому, что международные, региональные, а также национальные стратегические инициативы в области борьбы с изменением климата начинают играть все большую роль в энергетической, экономической, инновационно-технологической и внешнеторговой политике все большего числа стран.

Основными рисками, связанными с международными, региональными и национальными инициативами в области борьбы с изменением климата выступают:

- риски со стороны спроса на поставляемую на мировые рынки продукцию (в частности, на определенные виды сырья), обусловленные возможным сокращением ее потребления;
- риски ухудшения положения отдельных стран или компаний на международных рынках в результате включения экологических

издержек в региональные и мировые цены на ископаемые энергоносители;

- риски введения тарифных и нетарифных ограничений на импорт высокоуглеродной продукции, создания преференций для «зеленой» продукции.

Для реализации стратегии ЕС определил целевые показатели по энергетике и экологии до 2020, 2030 и 2050 года, достижение которых на данный момент идет согласно плану.

График 3.12
Рост доли ВИЭ в генерации в Европе, %

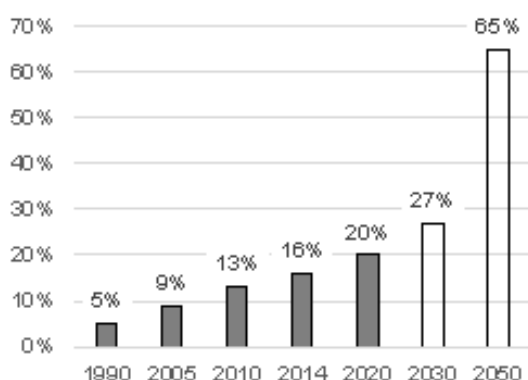
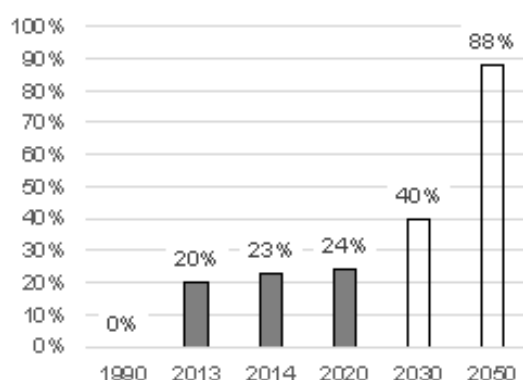


График 3.13.
Снижение выбросов относительно 1990 г., %



Цели: 20% ВИЭ в валовом конечном потреблении энергии к 2020; 27% ВИЭ в валовом конечном потреблении энергии к 2030; 10% энергопотребления на транспорте от ВИЭ к 2020 г.

По оценкам МЭА, ветровая и солнечная энергетика может снизить выбросы углекислого газа от электрогенерации на 22% к 2050.

Взаимосвязь между глобальным потеплением и выбросами парниковых газов в атмосферу до сих пор вызывает дискуссии в научном сообществе. Среди ученых существует точка зрения, что изменение климата на планете происходит циклично и не зависит от человеческого воздействия. При этом в международной политике доминирует альтернативная точка зрения, согласно которой глобальное потепление связано с индустриализацией и ростом промышленного производства. На данном постулате основывается климатическая политика, проводимая большинством стран в мире.

В декабре 2015 года в Париже прошла 21-я сессия Конференции ООН по изменению климата (COP 21), результатом которой стало соглашение между 195 странами-участниками, предусматривающее меры по снижению выбросов углекислого газа в атмосферу после 2020 г. В подписании Парижского соглашения приняла участие большая часть международного сообщества. Основной целью данного соглашения является удержание роста средней температуры на земле существенно ниже 2°C, и приложение усилий для удержания роста температуры в пределах 1,5°C по сравнению с доиндустриальной эпохой.

Парижское соглашение призвано прийти на смену Киотскому протоколу в период после 2020 г. Страны-участники соглашения в индивидуальном порядке определяют свой вклад в достижение общей цели. По данным МЭА, более 150 стран задекларировали предполагаемые национально-определяемые цели (Intended Nationally Determined Contributions – INDC) по сокращению выбросов парниковых газов. Однако, по мнению экспертов, данных инициатив недостаточно для достижения цели по удержанию глобального повышения температуры в пределах 2°C. Кроме того, не предусматривается какого-то механизма принуждения для выполнения национальных целей. Каждые пять лет будет производиться мониторинг выполнения договоренностей и их корректировка при необходимости.

В рамках Парижского соглашения предусмотрен механизм помощи развивающимся странам для достижения целей по борьбе с изменением климата. Так, развитые страны взяли на себя обязательства по оказанию помощи развивающимся странам в размере \$100 млрд ежегодно.

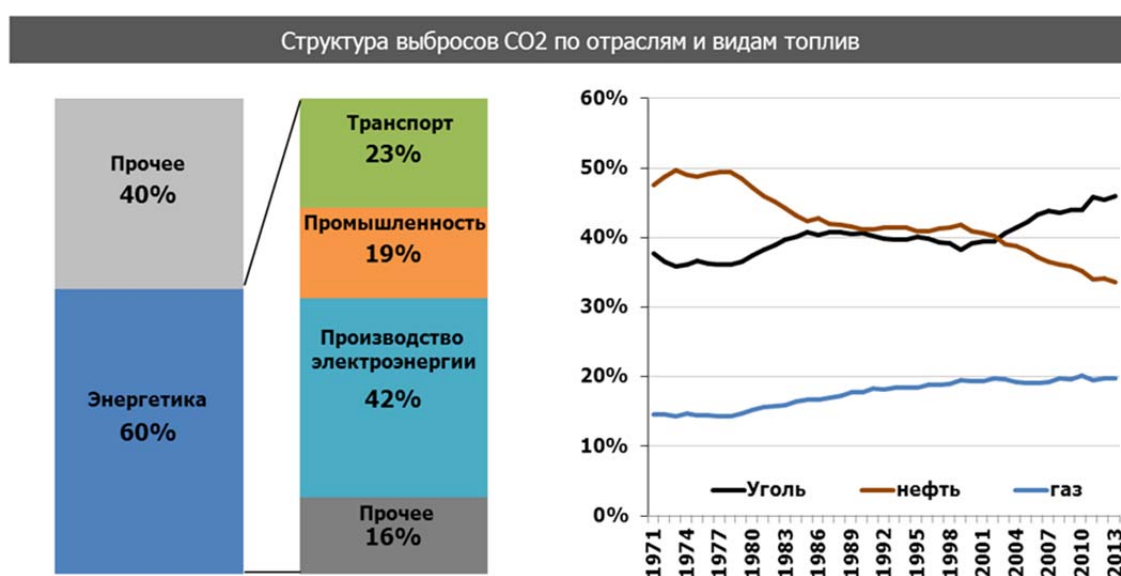
Парижское соглашение вступает в силу после того, как его ратифицируют 55 стран, на которые приходится 55% вредных выбросов в мире. На момент написания отчета соглашение одобрила 81 страна, включая США, Китай и Индию, а также страны ЕС. Это означает, что данное соглашение может вступить в силу уже к концу 2016 г. (?????)

Парижское соглашение ставит амбициозные задачи перед мировым сообществом, поэтому его выполнение будет сопряжено со значительными трудностями. По оценкам МЭА, даже в рамках объявленных индивидуальных целей до 2030 г. потребуются привлечь 13,5 триллионов долларов инвестиций в энергосберегающие технологии. В условиях высокой нестабильности мировой экономики не очевидно, что данные инвестиции будут осуществлены.

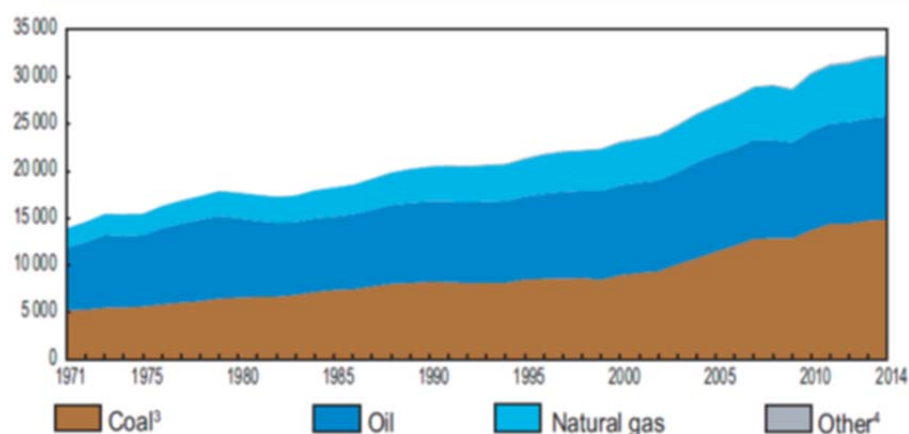
На долю энергетического сектора приходится около 60% выбросов углекислого газа, поэтому неудивительно, что энергетическая отрасль находится в эпицентре климатической политики. Среди ископаемых топлив уголь занимает первое место по объемам выбросов CO₂. На долю угля в 2013 г. приходилось 46% мировых выбросов углекислого газа в мировой энергетике. При этом если доля нефти в общем объеме выбросов CO₂ с 1980-х годов существенно сократилась, то доля угля возросла. Во многом данная тенденция связана с увеличением выработки электроэнергии на угольных электростанциях. На сектор генерации электроэнергии в настоящий момент приходится более 40% выбросов углекислого газа.

По мнению международных экспертов, Парижское соглашение окажет наибольшее влияние на сектор генерации электроэнергии, в котором существенно сократится потребление угля. Влияние климатической политики на спрос на нефть будет значительно меньшим, чем на спрос на уголь.

Тенденция по повышению эффективности использования топлива в транспортном секторе наблюдается уже несколько десятилетий. Во многих странах действуют программы по повышению эффективности использования топлива автомобилями. Возможно, Парижское соглашение приведет к ужесточению целей по данным программам. Однако даже существующие цели выглядят достаточно амбициозными и требуют значительных бюджетных средств.



World¹ CO₂ emissions from fuel combustion²
from 1971 to 2014 by fuel (Mt of CO₂)



World¹ CO₂ emissions from fuel combustion²
from 1971 to 2014 by region (Mt of CO₂)

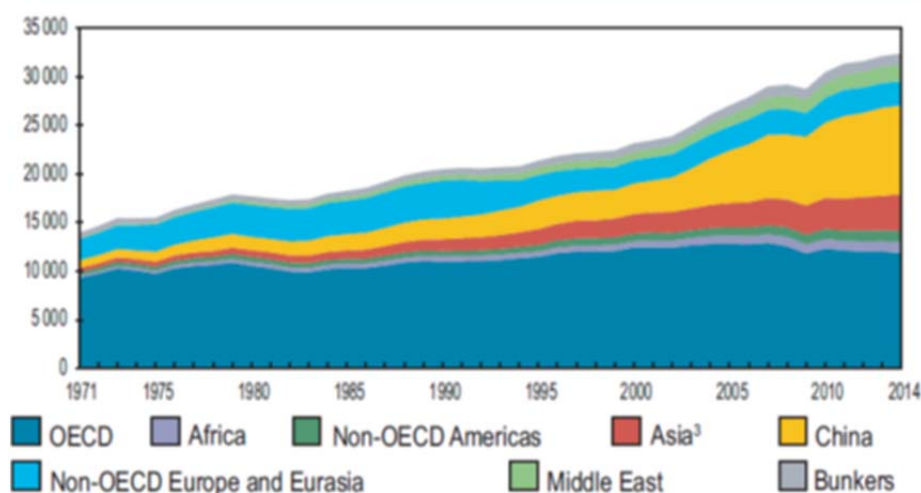
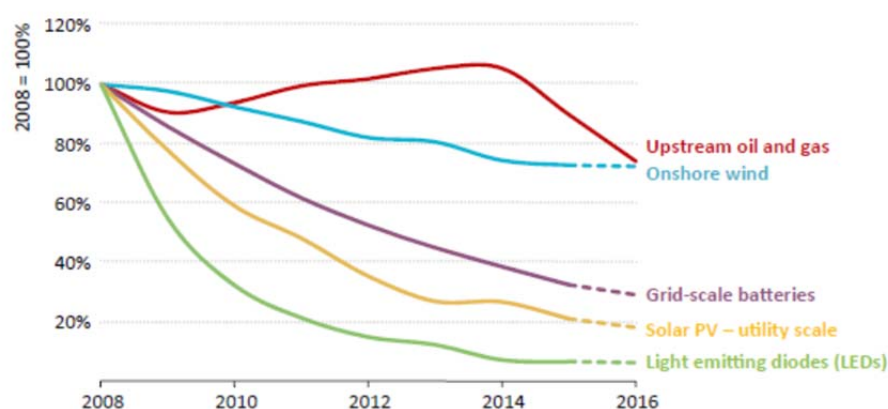


Figure 1.7 ▶ Recent cost trends for selected technologies



Cost deflation has affected diverse technologies across the energy spectrum

С середины 1970-х годов наблюдается устойчивая тенденция роста глобальной температуры приземного слоя воздуха. Средняя скорость увеличения годовой температуры в течение 1976-2015 гг. составляет $0,17^{\circ}\text{C}$ за 10 лет. Наблюдаемое потепление географически неоднородно: оно более интенсивно над сушей ($0,28^{\circ}\text{C}$ за 10 лет), чем над океанами; наибольший рост наблюдается в Центральной и Восточной Европе, на севере Евразии (преимущественно на территории Российской Федерации) и над Арктикой.

В 1750-1970 гг. суммарные антропогенные выбросы углекислого газа во всем мире составили 910 млрд т CO_2 . К 2015 г. они уже достигли 2250 млрд т CO_2 . Ежегодно этот объем прирастает на 52 млрд т CO_2 -экв. Однако уже нынешние концентрации ПГ (двуокиси углерода, метана, оксидов азота и др.) в атмосфере превышают 400 млн-1 CO_2 -экв. и являются беспрецедентными за последние 800 тыс. лет. В сценарии, предполагающем сохранение последних тенденций, глобальные выбросы ПГ могут вырасти до 80 млрд т CO_2 -экв. в 2050 г. и превысить 100 млрд т CO_2 -экв. в 2100 г.

Многие климатологи предупреждают даже об опасности предела 2°C (принятых РКИК ООН) и призывают приложить усилия для удержания роста глобальной температуры планеты в рамках $1,5^{\circ}\text{C}$.

Тогда как большинство стран продолжали наращивать выбросы, усилиями одной только России удалось задержать негативное антропогенное воздействие на климат практически на целый год. В 1991-2015 гг. Россия являлась мировым лидером по объему кумулятивного снижения выбросов парниковых газов и в значительной степени компенсировала прирост выбросов в других регионах мира. Наиболее существенное снижение выбросов произошло в 1990-1998 гг. Затем выбросы стали медленно расти, что компенсировалось ростом стоков. В 2015 г. в России выбросы и стоки всех парниковых газов из всех источников оказались на 44% ниже уровня 1990 г. Это один из самых высоких показателей снижения в мире.

Выбросы парниковых газов от энергетического сектора в 2015 г. были ниже уровня 1990 г. на 28%. В 2000-2015 гг. рост выбросов в России оказался незначительным (3%). В 1991-2015 гг. кумулятивное снижение выбросов парниковых газов в России (с учетом стоков) составило 43 млрд т CO_2 -экв. Это больше глобального годового выброса CO_2 от всех секторов, за исключением сектора землепользования – 40 млрд т CO_2 -экв. в 2015 г.

1.4. Геополитика

В последние годы к традиционным «разломам» мировой политики (ядерная программа КНДР, Афганистан, Кашмир, палестино-израильский конфликт, противостояние Саудовской Аравии и Ирана, гражданская война в Демократической Республике Конго и пр.) добавились новые регионы и зоны геополитического напряжения, связанные, в числе прочего, с нарастанием международной борьбы за контроль над ресурсами, в первую очередь, энергетическими.

«Арабская весна» 2011 года привела к смене власти в Тунисе и Египте, многолетней гражданской войне в Сирии и Ливии, усилению военно-политического кризиса в Йемене. Фактически, события на Ближнем Востоке и Северной Африке в последние годы означают распад системы авторитарных режимов, сложившихся еще в период Холодной войны. Они стали неадекватны как новым требованиям социально-экономического и политического развития в этих странах, так и изменившимся международным условиям. Высокий уровень неравенства и коррупции в сочетании с быстрым ростом уровня образования, ростом ценностных и экономических противоречий в обществе создал высокий конфликтный потенциал.

Напряженной и потенциально опасной остается геополитическая обстановка в Тихоокеанском бассейне, вызванная стремительным изменением экономического и соответственно военно-политического потенциала развивающихся стран Восточной и Юго-Восточной Азии, прежде всего, КНР, Вьетнама, Республики Кореи и др., что приводит к столкновению их интересов с соседними государствами, в т.ч. их многочисленные территориальные споры. При этом все отчетливее проявляется долгосрочный характер противостояния за доминирование в регионе КНР и США, пытающихся каждая со своей стороны создать эффективные системы военно-политического и торгово-экономического сдерживания друг друга.

В результате нарастания внутренних проблем в США, неудачной внешней политики американских властей в 2000-2010-е гг. и усиления других центров силы (КНР, ЕС, России, Индии, Бразилии, Ирана и др.) все отчетливее проявляется ограниченность и глубокий кризис однополярной модели глобального развития. Пока ни одна из указанных стран или даже их коалиция не может претендовать на замену лидерства США, как в военно-политическом, так и

в экономическом смысле, но период доминирования США в международной политике и безопасности постепенно уходит в прошлое. Мир интуитивно ищет новые формы глобального управления.

Остроту этим поискам придает кризис сложившихся международных институтов регулирования конфликтов, прежде всего, ООН. В настоящее время сложность международных экономических и политических отношений требует целой системы организаций, как глобального (ВТО, Группа 20 и др.), так и регионального (Европейский Союз, ОЭСР, НАФТА, ЕАЭС и т.п.) уровня. Такие структуры включают военно-политические блоки (НАТО), экономические объединения (ВТО, ОЭСР), отраслевые союзы и картели (ОПЭК, ФСЭГ) и комплексные институциональные пространства (Европейский Союз). Сложная переплетающаяся сеть таких организаций все в большей степени приобретет относительную автономность.

Несмотря на возрастающую глобализацию геополитической повестки, решение ключевых геополитических кризисов все в большей степени определяется институтами регионального, а не надрегионального сотрудничества, что, в частности, хорошо видно на примере урегулирования сирийского кризиса в 2016-2017 гг.

Рост геополитических рисков в ТЭК обусловлен зависимостью мировой торговли энергоресурсами, особенно сырой нефти и СПГ, от критических точек (Ормузский пролив, Аденский залив – Красное море – Суэцкий канал, Малаккский и Зондский проливы - Южно-Китайское море), которые находятся в зонах геополитической нестабильности и обеспечивают до 50% мировых поставок. По мере истощения высокоэффективных запасов нефти в большинстве регионов мира доля Ближнего и Среднего Востока в мировой добыче и экспорте нефти будет расти. Геополитические риски, соответственно, будут возрастать по мере роста геополитических противоречий и возможной дестабилизации региона.

Ключевые глобальные геополитические проблемы можно объединить в четыре основные группы:

-  противостояние и сотрудничество стран северного полушария, формирующих традиционную ось «Запад-Восток»;
-  многогранный и взрывоопасный узел проблем на оси «Север-Юг», включая ключевую проблему обозримого будущего - миграционное давление юга на север;
-  неустойчивое геополитическое балансирование на Ближнем Востоке;

 усиление борьбы за нераспределенные ресурсы Земли.

1.4.1. Ось «Запад-Восток»

Основу оси «Запад-Восток» традиционно формируют пять геополитических центров силы: США, ЕС, Россия, Индия и КНР. В перспективе возможен, но необязателен также переход к независимому позиционированию в рамках данной оси со стороны Японии.

Поскольку указанные страны доминируют в мире с точки зрения своего демографического, экономического и военно-технологического потенциала именно отношения между ними будут в долгосрочной перспективе определять возможность возникновения крупномасштабных военных конфликтов, а также эффективность урегулирования международных кризисов, связанных с третьими странами.

Основным конфликтом в рамках оси «Запад-Восток» в перспективе до 2065 года останется растущее в последние годы противостояние между США и КНР за гегемонию в Тихоокеанском бассейне, Африке и Латинской Америке. Все осевые страны так или иначе будут вовлечены в этот конфликт, однако, за исключением Японии, будут стараться дистанцироваться от него.

Менее значимым и перспективно разрешимым, однако острым на текущем этапе является противостояние России и США за политическое и экономическое влияние на постсоветском пространстве, в Европе и на Ближнем Востоке.

ЕС, раздираемый внутренними противоречиями, занимает противоречивую позицию в обоих конфликтах и, по всей видимости, будет проводить самостоятельную политику по отношению ко всем остальным осевым центрам силы в долгосрочной перспективе. Определяющим в этом отношении будет характер пересматриваемых в настоящее время отношений ЕС и США, в т.ч. с учетом процесса выхода из ЕС Великобритании.

Индия занимает и продолжит занимать в перспективе до 2065 года нейтральную позицию к внутренним отношениям в треугольнике Россия-ЕС-США. При этом существуют риски усиления традиционной конфронтации в отношениях между Индией и КНР, что с одной стороны, будет дополнительным источником международного напряжения, а с другой, может помочь в балансировании конфликта КНР и США в азиатском регионе.

Экспоненциальный экономический рост, основанный на форсированной индустриализации, является чрезвычайно ресурсоемким, что делает КНР и Индию критически зависимыми от доступа к сырьевым и энергетическим ресурсам, все большую долю которых приходится импортировать. Это все в большей степени вовлекает Китай в международные геополитические конфликты, в значительной мере связанные с доступом к сырьевым и энергетическим ресурсам (Ирак, Судан, Иран и пр.). Более уязвимым Китай становится и с точки зрения безопасности путей транспортировки импортируемых грузов, учитывая, в том числе, его нерешенные территориальные споры в Южно-Китайском и Восточно-Китайском морях.

Все это требует увеличения уже к 2030 г. присутствия китайских энергетических и сырьевых компаний на внешних рынках в 7-10 раз по сравнению с современным состоянием. При этом, поскольку Китай ориентирован, главным образом, на страны, имеющие напряженные отношения с США и ЕС, после 2020 г. может сформироваться два параллельных сегмента мирового энергетического и сырьевого рынка, разделенные политическими и регулятивными границами. Однако экономическое и политическое влияние Китая может резко ослабеть в случае нормализации отношений стран-поставщиков со странами Запада. Кроме того, экспансия Китая косвенно выгодна для США, так как уязвимые для США пути снабжения Китая создадут сильный механизм давления на Китай. Даже после 2030 г. Китай не будет располагать адекватным военно-политическим присутствием на путях транзита и в регионах-источниках сырья, в первую очередь из-за слабости военно-морского флота и авиации. Поэтому для Китая особое значение приобретают поставки энергоносителей и сырьевых товаров из России и Центральной Азии, которые не зависят от морских перевозок.

Те же самые риски в целом характерны и для Индии, однако в силу ее большей политико-экономической интеграции с развитыми странами, исходящие от них геополитические риски в целом невелики, и основные проблемы связаны с критически высокой долей импортируемого сырья в дефицитном торговом балансе и обеспечением транзита грузов в Индию через территорию Пакистана, что требуется, в частности, для планируемых трубопроводных поставок природного газа из Туркмении и Ирана.

1.4.2. Ось «Север-Юг»

Ось «Север-Юг» охватывает оба полушария и разбивается на три основных направления:

-  Европа – Ближний Восток и Африка;
-  Северная Азия – Южная Азия;
-  Северная Америка – Латинская Америка.

Узловой проблемой в рамках оси является дисбаланс между демографическим и экономическим потенциалом северных и южных стран. В перспективе до 2065 года возможно как сокращение, так и увеличение разрыва в экономическом развитии севера и юга, однако демографический разрыв между ними в пользу юга будет возрастать при любом сценарии развития экономики. Преодолеть указанное противоречие в ближайшие 50 лет объективно невозможно, но существуют различные пути смягчения его последствий: от целенаправленного перетока инвестиций с севера на юг с целью создания на юге дополнительных рабочих мест и повышения качества жизни, что поможет сократить миграционный поток, до жесткого силового ограничения миграции за счет создания со стороны севера полноценно охраняемых границ. Вероятнее всего, сочетание указанных подходов.

Новое «переселение народов» будет ключевой проблемой международных отношений на протяжении, по меньшей мере, 2020-2030-х гг., что, возможно, позволит отчасти смягчить противоречия внутри оси «Запад-Восток». Россия заинтересована в анализе долгосрочных тенденций развития этой оси, так как это связано с общей картиной энергетического развития, как стран – экспортеров энергоресурсов, конкурентов России в борьбе за рынки сбыта, так стран – импортеров, озабоченных проблемой диверсификации энергопоставок.

1.4.3. Ближневосточный узел

В силу доминирования в мировой добыче и экспорте углеводородов, местоположения на перекрестке торговых путей между Европой, Азией и Африкой, наличия острых международных конфликтов между странами региона (международное вмешательство в гражданские войны в Сирии, Ираке, Афганистане и Йемене, противостояние Саудовской Аравии и Ирана, Израиля и окружающих мусульманских стран, обострение курдского вопроса и др.), а также преобладания в структуре населения молодого, пассионарного и необеспеченного слоя, Ближний Восток на всю обозримую перспективу останется одним из

ключевых узлов мировой геополитики, а также важной, хотя и преимущественно сырьевой составляющей мировой экономики.

Для большого Ближнего Востока характерно шесть основных геополитических проблем:

-  наличие исключительно благоприятной почвы для развития различных экстремистских и террористических движений, апеллирующих к исламу, ярким примером которых стали Аль-Каида и т.н. Исламское государство²⁵;
-  стремление развитых стран (США и части стран ЕС) сохранить военно-политический контроль над ресурсами региона и не допустить сюда другие внешние силы (прежде всего, КНР), производным чего стали последовательные военные вторжения в Афганистан, Ирак, Ливию, попытка вторжения в Сирию, а также острый конфликт вокруг Судана;
-  борьба шиитского и суннитского ислама за доминирование в регионе (между Саудовской Аравией, поддерживаемой США, и Ираном, поддерживаемого в определенной степени КНР и Россией), одной из производных чего являются гражданские войны в Сирии и Йемене;
-  борьба за доминирование внутри суннитского мира между Саудовской Аравией, Турцией, Египтом и Катаром (до 2011 г. - также Ливией);
-  конфликт всех мусульманских стран (за исключением Турции и отчасти Иордании и Египта) с Израилем (поддерживаемым США и отчасти ЕС) из-за палестинского вопроса;
-  борьба курдов за национальную автономию и независимость с центральными правительствами Турции, Ирака, Ирана и Сирии.

Две последние проблемы носят территориальный характер и в обозримой перспективе представляются принципиально неразрешимыми из-за непримиримости позиций сторон и неспособности ни одной из них решить вопрос военным путем. Вместе с тем эти проблемы, подогревая общую напряженность в регионе, не могут привести и к его общей дестабилизации, сохраняя преимущественно локальный характер (что не исключает их международного характера, прежде всего, в отношении палестинского вопроса).

²⁵ Террористические организации, запрещенные в России.

Первые четыре проблемы, так или иначе связанные с борьбой за доминирование в регионе между ключевыми региональными и мировыми державами, представляют в целом единый узел противоречий. Их отличительной особенностью является вовлеченность в них всех основных внерегиональных сил (США, ЕС, Китая и Россия), что придает Ближнему Востоку роль Балканского полуострова середины XIX – начала XX века.

Борьба за доминирование является естественным процессом, присущим международным отношениям, и в современной геополитической реальности (сложившейся после 1945 г.) не предполагает прямого военного столкновения ключевых конфликтующих сторон. В связи с этим, несмотря на всю остроту противоречий, характерных для современного Ближнего Востока, сценарий большого военного конфликта является для него наименее вероятным. Основной формой выражения этих противоречий, скорее всего, останутся локальные конфликты, сменяющие один другой на протяжении всей обозримой перспективы.

Питательная среда радикального исламизма складывается из четырех составляющих: экономической, социальной, политической и культурной.

Ее экономической основой является очевидное отставание всех исламских стран (за исключением секуляризированной Турции и отчасти Ирана) по уровню своего экономического, научно-технического и образовательного развития от развитых и от основных развивающихся (Китай, Индия, Бразилия и др.) стран мира. С точки зрения показателей ВВП, транспортной инфраструктуры и развития современной сферы услуг это отставание отчасти нивелируется нефтегазовыми сверхдоходами, получаемыми основными членами ОПЕК, однако оно слишком заметно в таких высокотехнологичных областях, как военно-промышленный комплекс, освоение космоса, биотехнологии, телекоммуникации и пр. Это порождает абсолютную зависимость ключевых стран региона от динамики цен на нефть и природный газ как основных статей экспорта, искаженную структуру экономики и рынка труда.

Социальный фактор связан, прежде всего, с высокой рождаемостью в большинстве стран региона и соответственно преобладанием в структуре населения людей моложе 24 лет, часто ограниченных в возможности получения образования и работы. Особенно это характерно для таких густонаселенных и относительно бедных ресурсами стран, как Египет и Пакистан. Это создает избыточные массы активного и агрессивно настроенного населения (отчасти

незанятого), которые становятся, в том числе, источником для развития радикального исламизма. Отдельной проблемой является также большие по масштабу миграционные потоки в богатые нефтедобывающие страны (прежде всего, в Саудовскую Аравию и ОАЭ), как из арабских стран, так из других регионов.

Политический фактор обусловлен преобладанием среди стран региона недемократических форм правления, включая абсолютные теократические монархии и диктатуры, с ограниченными политическими и гражданскими правами населения, особенно этнических и религиозных меньшинств. «Арабская весна» 2011 г. показала, что значительная часть населения региона, особенно молодежь, считает существующие формы правления архаичными и требующими модернизации (на стыке либерализации и исламизации).

Культурный фактор, единственный непосредственно связанный с религиозной традицией, отталкивается, прежде всего, от иной ментальности и системы ценностей, по сравнению со странами постхристианского мира и экономически примкнувшими к ним странами Восточной Азии, а также отчасти от сохранения родовых и общинных отношений и связанных с ними представлений.

Очевидно, что устойчивое долгосрочное социально-экономическое развитие исламских стран Ближнего Востока в значительной мере будет определяться степенью и успешностью их модернизации, которая нашла бы решение для всех отмеченных факторов.

Экономическая модернизация связана, прежде всего, с развитием образовательной и научно-технической базы в странах региона с привлечением кадровых и технологических ресурсов из развитых стран. При этом основной сложностью дальнейшего развития станет позиционирование стран региона в системе международного разделения труда и создание рынков сбыта для продукции их обрабатывающей промышленности (преимущественно, высокотехнологичной). Конечным результатом экономической модернизации должно стать резкое снижение доли добычи и экспорта полезных ископаемых в структуре экономики.

Социальная модернизация предполагает создание открытой, динамичной, высококомобильной социальной системы и институционализацию социальных отношений. В конечной форме она нацелена на создание активного гражданского общества, что влечет за собой политическую модернизацию (также как

экономическая модернизация обуславливает социальную). Наиболее сложным вопросом в отношении социальной модернизации является уровень необходимой и возможной секуляризации исламского общества. В рамках новейшей истории известно две основных модели такой секуляризации: Турция и Иран (в т.ч. отчасти современный).

Политическая модернизация базируется, прежде всего, на высокой дифференциации политических ролей и институтов, формировании представительства основных групп населения в политической жизни, введение примата права. Наиболее сложными вопросами для стран региона в рамках политической модернизации станут роль традиционного права (с учетом сильных рудиментов традиционного общества в социальной структуре и культуре) и отделение религиозных институтов власти от государственных. На практике в настоящее время наблюдается обратный процесс: как в странах победившей «арабской весны» (Турция, Египет, Ливия, Йемен), так и в наиболее секуляризированной из региональных стран Турции электоральные предпочтения населения склоняются в сторону исламизации, что не сочетается в рамках классических подходов с политической модернизацией.

Культурная модернизация является наиболее сложной частью модернизационных процессов в исламских странах Ближнего Востока, поскольку предполагает внедрение другой модели мировосприятия – модели, сложившейся в Европе в XVI-XVIII вв. и сильно эволюционировавшей в XIX-XX вв., и включающей в себя протестантскую в своей основе этику, приоритет эффективности, постоянного совершенствования, прогресса, индивидуализма, терпимости к инакомыслию и пр.

При этом парадоксальным образом Иран и Пакистан – наиболее модернизированные страны региона (после Турции) – являются узловыми точками крупнейших геополитических конфликтов современности, при этом Иран уже более 30 лет находится в остро конфронтационных отношениях со странами Запада – первоисточником модернизационной модели. Напротив, Саудовская Аравия – наименее культурно, политически и социально модернизированная страна региона - является ближайшим внешнеполитическим союзником США. Таким образом, сама по себе модернизация не является и не может стать путем преодоления геополитических конфликтов Ближневосточного региона, их решение лежит вне модернизационной парадигмы. При этом модернизации способна заметно улучшить социально-экономическое положение

стран региона (примером чему может служить Турция). Однако риском модернизации является ее неравномерный характер, когда одни страны вырываются вперед в научно-техническом военном и экономическом отношении (пример – Иран), что создает дисбаланс в сложной геополитической структуре региона, приводя, в свою очередь, к затяжным международным конфликтам.

1.4.4. Борьба за нераспределенные ресурсы Земли

В перспективе до 2065 года мировая экономика не сможет преодолеть экспансионистский характер своего развития, несмотря на резкое возрастание роли интенсификации производства. И хотя основная борьба развернется за новые рынки сбыта в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки, борьба за нераспределенные ресурсы также останется важным фактором международных отношений. Основная борьба при этом развернется за ресурсы Мирового океана, в т.ч. арктических морей.

В перспективе до 2065 года существуют риски нарушения устоявшегося с 1950-х гг. принципа приоритета научного освоения Антарктиды над ее хозяйственным использованием. Однако ресурсное значение Антарктиды в общем мировом ресурсном балансе не будет столь значительным, чтобы эти риски нельзя было купировать. В целом, вопрос о целесообразности, механизмах и международном разделении хозяйственного освоения Антарктики станет, по всей видимости, важной составляющей геополитической повестки дня в 2040-2060-е гг. (а Арктика - ??)

Изменение в последние годы парадигмы развития нефтяной отрасли от ожидания истощения ее ресурсов к ожиданию «истощения» спроса, ставшее возможным благодаря резкому увеличению рентабельных запасов и ресурсов т.н. нетрадиционных углеводородов, снижает в обозримой перспективе остроту борьбы за нераспределенные энергетические ресурсы Земли.

Вместе с тем продолжающийся сдвиг мировой добычи углеводородов на морской и океанический шельф, в т.ч. его глубоководную часть, будет способствовать возрастанию международной конкуренции за ресурсы Мирового океана.

1.5. Освоение космического пространства

После масштабного, по-настоящему революционного прорыва 1950-1970-х гг., связанного с созданием и запуском первых космических аппаратов, освоением орбиты Земли, начала пилотируемых космических полетов, выхода человека в открытый космос и его высадки на Луну, в истории освоения космоса настал долгий, затянувшийся на более чем 40 лет, период совершенствования технологий, накопления знаний, полноценного использования орбиты Земли в научных, военно-разведывательных и коммерческих целях. С точки зрения массового сознания наиболее очевидными достижениями этого периода стали многолетняя работа орбитальных научных станций - российской «Мир» (1986-2001) и Международной космической станции (с 1998 г.), орбитального телескопа «Хаббл» (с 1990 г.), существенно расширившего наши представления о Вселенной, а также революционный прорыв в средствах, качестве и скорости связи, навигации и дистанционного зондирования Земли, ставший возможным благодаря выводу на геостационарную орбиту целых комплексов беспилотных искусственных спутников.

Вместе с тем продвижение человека за пределы орбиты Земли в течение последних 45 лет сильно замедлилось, а с точки зрения массового восприятия почти совсем остановилось. Достаточно вспомнить, что последний пилотируемый полет в межпланетное пространство состоялся 45 лет назад - в 1972 г. Одной из ключевых причин данного замедления было и остается несовершенство и недостаточная мощность доступных энергетических технологий и оборудования.

В период с конца 2020-х по 2040-е гг. на основе нового, в значительной мере уже достигнутого технологического уровня ожидается переход к новому этапу освоения космоса, связанному, прежде всего, с развитием лунной и марсианской пилотируемых программ и созданием постоянно действующих станций на орбите Луны (в одной из точек Лагранжа, вероятнее всего, L₂) и, возможно, Марса. Развитие пилотируемых полетов за границы ближайших к Земле планет Солнечной системы остается маловероятным, по крайней мере, до начала следующего века.

Дальнейшее освоение космического пространства будет основываться на следующих фундаментальных тенденциях:

1. За последние 60 лет, прошедшие с начала освоения космоса, благодаря международному сотрудничеству удалось обеспечить:

-  постоянный беспрепятственный доступ в космос для всех стран, обладающих соответствующими технологическими и экономическими возможностями;
-  постоянное расширение числа указанных стран при активной международной поддержке. Помимо традиционных лидеров – России, США и стран ЕС (Великобритания, Германия, Франция и др.), масштабные космические программы реализуют в настоящее время КНР (вышедшая на второе место среди стран по общему числу действующих искусственных спутников Земли), Япония, Индия и др.;
-  обеспечение относительного международного стратегического и технологического баланса в освоении космоса как основы для международного сотрудничества;
-  запрет на использование космического пространства, в т.ч. орбиты Земли, в любых военных целях, кроме разведывательных, навигационных и обеспечения средств связи;
-  доминирование в 1990-2010-е гг. международных программ освоения космоса над национальными, что способствует международному разделению труда в космической сфере, международному трансферу технологий и научных знаний, относительно равномерному распределению инвестиционной нагрузки между странами-участницами и как следствие повышение скорости и качества выполнения соответствующих программ.

Ожидается, что все указанные принципы международного сотрудничества будут сохраняться в долгосрочной перспективе.

2. Новыми и существенными целями дальнейшего развития космических программ становятся:

-  обеспечение защиты Земли от опасностей, исходящих из космоса, прежде всего, предупреждения кометно-астероидной опасности;
-  изучение практических возможностей колонизации Луны, Марса и других небесных тел Солнечной системы, в т.ч. с точки зрения эксплуатации их энергетически значимых ресурсов.

Указанные цели создают на текущем этапе освоения космоса возможности для сохранения и расширения международного сотрудничества. В целом, независимо от геополитического развития человечества, потребность объединения научных, производственно-

технологических, кадровых и инвестиционных ресурсов многих стран для освоения космического пространства будет оставаться одной из ключевых основ глобализации.

3. Основными направлениями развития космонавтики в перспективе ближайших 50 лет будут:

-  формирование постоянно действующих пилотируемых орбитальных станций на орбитах Луны и Марса на основе уже отработанного принципа их модульного построения;
-  создание и использование новых ракет-носителей и межорбитальных буксиров сверхтяжелого класса;
-  дальнейшая роботизация управления космическими аппаратами, в т.ч. в перспективе, возможности, введение роботов в состав экипажей пилотируемых полетов.

4. Освоение космоса, требующее предельно интенсивного научно-технологического развития, является одним из ключевых источников и стимулов глобального научно-технологического прогресса, в т.ч. благодаря реализации огромных по меркам других отраслей экономики инвестиций в фундаментальные и прикладные НИОКР. Трансфер технологий из космической отрасли в другие отрасли экономики в долгосрочной перспективе будет играть всё более значимую роль в развитии как гражданских, так и военных технологий, в т.ч. в сфере ТЭК.

5. Космическая отрасль, в т.ч. пилотируемая космонавтика, становятся все более конкурентной средой, в которой, помимо традиционных государственных монополистов, заметную роль начинают играть частные инвесторы, такие как SpaceX. Приток частных инвестиций в космическую отрасль будет способствовать дальнейшей интенсификации ее технологического развития.

6. Электро-ракетная тяга на основе доступных источников ядерной энергии не способна обеспечить прорыв в освоении межпланетного пространства и объектов Солнечной системы, в т.ч. даже с учетом активного использования и совершенствования гравитационных маневров. Необходим существенный прорыв в энергетических технологиях, в том числе, термоядерной и водородной (водород-кислород, водород-фтор) энергетике. Не исключен поиск принципиально новых технологий в сфере космических перемещений на основе фотонных, резонансных и иных способов движения и

видов двигателей. Космические программы будут ключевым стимулом к развитию указанных технологий и в ТЭК.

7. Необходимо обеспечить существенный рост электрогенерирующей мощности космических аппаратов, в т.ч. в рамках освоения Марса доведения ее до уровня не менее 24 МВт.

8. Развитие автоматических космических аппаратов требует существенного прорыва в надежности, качестве и повышении экономических показателей солнечной энергетики.

9. Для развития пилотируемой космонавтики важным направлением является обеспечение беспроводной передачи энергии большой мощности.

2. Тенденции технологического развития(пока не смотрел)

2.1. Общие тенденции

Пятый технологический уклад уже не обеспечивает прежних высоких темпов роста производительности труда, наблюдается снижение прироста эффективности при внедрении современных инноваций, а также медленное распространение и освоение базисных инноваций шестого уклада²⁶.

Данные тенденции порождают ряд глобальных кризисов, резонирующих между собой и лежащих в основе завершения двухсотлетнего индустриального цивилизационного цикла, что является причиной волн социальных и геополитических противоречий²⁷.

Ключевым фактором для преодоления данных негативных тенденций в средне – и долгосрочной перспективе становится переход к инновационному научно-технологическому развитию (НТР), среди закономерностей которого сегодня прослеживаются следующие базовые тенденции²⁸:

- ведущая роль НТР в социально-экономическом развитии;
- неравномерность НТР во времени;
- неравномерность НТР в пространстве;
- действие в НТР общих генетических закономерностей (наследственность, изменчивость, отбор);
- закономерность абсолютного и относительного удешевления новой техники.

Долгосрочные тренды мирового экономического и энергетического развития говорят о формировании, в перспективе, новой энергетической цивилизации, основанной на энергетической эффективности в ее обобщенном понимании, что предполагает переход к комплексным энергосистемам и новом восприятии энергии как единой субстанции, а также следование принципам устойчивого энергетического развития, предполагающих равномерное включение экономических, экологических и социальных аспектов с систему ценностей.

²⁶ См., в частности: Анализ факторов научно-технологического развития в контексте цивилизационных циклов / Под редакцией Ю.В. Яковца, В.Л. Абрамова - М.: МИСК, 2012

²⁷ Бушуев В.В., Громов А.И., Куричев Н.К. и др. Энергетические истоки и последствия глобального кризиса 2010-х годов / Под. ред. В.В. Бушуева и А.И. Громова – М.: ИЦ «Энергия», 2012

²⁸ Анализ факторов научно-технологического развития...

Сегодня происходит выход мировой энергетики из режима гиперболического роста с соответствующим изменением ее качественных характеристик. Такой процесс требует перехода от неравновесной топливной энергетики к равновесной многоукладной, предполагающей диверсификацию и изменение структуры энергетического баланса в направлении низкоуглеродной энергетики, а также повышение эффективности использования энергетических ресурсов, что по глубине происходящих процессов сопоставимо только с переходом от традиционной энергетики доиндустриального общества, основанной на сжигании биомассы, к индустриальной энергетике, основанной на сжигании ископаемого топлива²⁹.

Наиболее ярко выраженными для развития мировой энергетики в средне- и долгосрочной перспективе представляются следующие тенденции:

- переход к электрическим транспортным средствам и развитие интеллектуальных сетей, что может иметь решающее значение в предупреждении необратимых изменения климата и повышение энергетической безопасности;
- переход к низко-углеродным и низко-отходным производствам: базовые тренды указывают на прогресс развития «чистых» энергетических технологий, а также активный поиск возможностей для его ускорения;
- переход к новому пониманию взаимосвязи понятий «энергетической безопасности» и низко-углеродных технологий;
- переход к комплексным энергосистемам, признание преимуществ системной интеграции определение наиболее эффективных путей и уровней ее внедрения;
- развитие технологий, покрывающих растущий спрос на отопление и охлаждение;
- развитие Smart технологий, обеспечивающих повышение эффективности электроэнергетической инфраструктуры;
- возможная высокая роль водорода в энергетической системе будущего (долгосрочная перспектива);
- новая роль ископаемого топлива (не исчезнет, но произойдет качественное изменение значения ископаемых ЭР для энергосистемы будущего), значение данного фактора для энергосистемы в целом;

²⁹ Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / Под ред. Бушуева В.В. (ГУ ИЭС), Каламанова В.А. (МЦУЭР) – М.: ИЦ «Энергия», 2011

- необходимость развития технологий чистого производства, определение эффективных подходов и комплексных мер для реализации потенциала технологий улавливания и хранения (CCS);
- актуальность мировой экологической политики, возможность современных технологий обеспечить требуемый в рамках низкоуглеродных сценариев уровень экологичности для различных стадий производственных цепочек.

Движущей силой мирового экономического развития станут технологии и инновации, предполагающие ускоренное развитие материального производства на базе непрерывного инновационного обновления. В этой связи в период до 2065 года мировая энергетика и топливно-энергетический комплекс станут полноценными высокотехнологичными отраслями мировой экономики, где именно технологический уровень развития, а не наличие ресурсов, будет определять степень конкурентоспособности ТЭК различных стран.

Развитие технологий будет ориентировано на дальнейший рост энергоэффективности, внедрение «умных» технологий, повышение глубины и комплексности переработки и использования топливно-энергетических ресурсов, разработку сложных многокомпонентных месторождений углеводородов и технологическое вовлечение в использование все новых видов возобновляемых источников энергии и иных видов энергоресурсов.

В мировой энергетике будет усиливаться технологическая глобализация, подразумевающая процесс усиления конкуренции и рост востребованности новых энергетических технологий, в основе которого лежит расширение их глобального трансферта. Этот процесс во многом будет обеспечивать движение в направлении формирования нового энергетического уклада в мире, который заключается в трансформации рынка энергетического сырья в рынок энергетических услуг и технологий.

Технологическая глобализация в энергетике, очевидно, изменит характер энергетических взаимоотношений между странами. Уже формируется новая тенденция к энергетической самодостаточности ряда стран мира, которые будут стремиться использовать последние технологические достижения в сфере энергетики, полученные в результате процессов технологической глобализации, для поиска энергетических решений, направленных на обеспечение собственной энергетической независимости и безопасности.

В то время, как основные регионы-экспортеры энергии преимущественно сохраняют и даже нарастят поставки на внешние рынки, основные импортеры энергии будут переходить от тенденции сокращения собственного производства и наращивания импорта, наблюдавшейся в конце XX - начале XXI века, к максимальному обеспечению за счет собственных ресурсов, что в отдельных странах ОЭСР приведет не только к стабилизации, но и к сокращению объемов энергетического импорта.

Развитие энергетических технологий приведет к значительному росту взаимозаменяемости энергоносителей и сфер их применения (газ в качестве газомоторного топлива, СУГ как замена нефти, электроэнергия как замена жидкого моторного топлива и пр.).

Вместе с тем, на текущий момент нет оснований предполагать осуществление новых технологических революций в мировой энергетике в период до 2065 г., способных принципиально изменить мировой энергобаланс. Однако ожидаются ряд технологических прорывов, которые способны внести существенные корректировки в сложившуюся энергетическую систему. В частности, к концу рассматриваемого периода возможно начало экономически эффективной промышленной разработки газогидратов, которые способны занять свою нишу на рынках, потеснив традиционный природный газ и другие энергоресурсы, в первую очередь на рынке стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Вероятно создание коммерчески эффективных систем аккумуляции электроэнергии и топливных элементов. Дневная и сезонная неравномерность энергопотребления пока приводят к необходимости увеличения инвестиций в энергосистему для обеспечения ее гибкости и маневренности. Технологические прорывы в области топливных элементов и аккумуляции электроэнергии в сочетании с целенаправленной государственной политикой и стимулированием развития инфраструктуры и замещения автопарка, могут существенно преобразить энергетическую систему, расширить географическую доступность энергии и значительно усилить конкуренцию в транспортном секторе. Не исключено, что уже к 2065 году до 20% новых автомобилей будет выпускаться как гибридные или электромобили. При этом неизбежно перераспределение долей в энергобалансе за счет снижения роли нефти и увеличения потребления газа, угля и нетопливных источников генерации электроэнергии.

По мере истощения легкодоступных ископаемых источников энергии и развития соответствующих технологий продолжится рост добычи и использования нетрадиционных ресурсов углеводородов (сланцевые нефть и газ, битуминозная нефть, угольный метан, газ плотных пород и др.) и высокотехнологичных ресурсов нефти и газа (глубоководные ресурсы углеводородов, тяжелая и высоковязкая нефть).

Научно-технический прогресс будет способствовать дальнейшему повышению коэффициентов извлечения запасов углеводородов.

Ожидается ускоренное развитие возобновляемых источников энергии всех видов (гидроэнергетика, включая приливные ГЭС, геотермальная, солнечная, ветровая и биоэнергетика).

Будет расти роль биотоплив нового поколения (не использующих продовольственные или технические культуры, значимые для сельского хозяйства, например водоросли).

Ожидается технологический прогресс в водородной энергетике.

Вероятно, что в период до 2065 г. будут найдены новые коммерчески эффективные решения в сфере ядерной энергетики замкнутого цикла (в частности, применение ядерных топливных циклов с использованием тория в различных сочетаниях с ураном и плутонием).

Мировая энергетика будет развиваться как «система систем», где определяющее значение будет иметь организация и управление энергетическими потоками на основе энергоинформационных технологий, развития «умной» энергетической инфраструктуры и мультиагентного управления. Это позволит радикально повысить эффективность энергетического развития и его адаптивность быстро меняющимся условиям современного мира.

В отраслевом разрезе основные тренды, которые окажут влияние на технологическую картину мировой энергетики в будущем, могут быть представлены в виде следующих базовых заключений:

- в области традиционных энергоресурсов (нефть, газ, уголь) основные тренды технологического развития связаны с:
 - повышением эффективности существующих технологий и адаптации для новых условий (морская сейсморазведка, добыча, разработка и использование трудноизвлекаемых запасов);

- повышением экологичности на всех стадиях производственной цепочки, что позволит сохранить конкурентное преимущество у потребителей в среднесрочной перспективе, где фактор экологичности является преобладающим ввиду перехода к новой низкоуглеродной модели энергетики, поддержанной государственными и корпоративными программами и стратегиями развития;

- ориентацией на комплексность технологических решений в контексте перспектив синергетического соединения разработок различных отраслей и перехода к минимальной подготовке первичного сырья, что позволит повысить эффективность существующих процессов, развить новые направления, в частности, комплексные решения совместного использования с ВИЭ и альтернативными источниками что способствует не только сохранению, но и расширению рыночных ниш в некоторых областях (объединение инфраструктур стабильной генерации и генерации на ВИЭ, гибридный транспорт и др.)

- в области развития альтернативных и возобновляемых источников энергии ожидается:

- качественный переход к более дешевой электроэнергии благодаря эволюционному развитию генерации на ВИЭ, предполагающему переход от высоких капитальных вложений при развитии данных направлений и проведении НИОКР к возможности получения бесперебойной и относительно дешевой генерации с низкими операционными расходами на поддержание работы установок (в долгосрочной перспективе);

- развитие Smart технологий в транспортных и распределительных звеньях ТЭК, ускоряющее широкое внедрение данных ресурсов;

- комплексное внедрение IT технологий, что позволяет повысить организованность энергосистем будущего, а также обеспечить эффективное управление этими системами;

- развитие комбинированных направлений (гибриды инфраструктур и др.).

Необходимо отметить, что ключевыми задачами для создания чистой, безопасной и конкурентоспособной энергетики будущего является целый ряд различных аспектов ее развития. Сегодня важно не только понимать их значимость, но и учитывать их взаимосвязанность между собой и другими отраслями промышленности. Кроме того, ввиду крайне высокой инерционности, свойственной для отраслей ТЭК, для их эффективного развития и превентивного

учета возможных трудностей, требуется построение и регулярное обновление долгосрочных прогнозов, проведение комплексного мониторинга и анализа текущих трендов и разработок, развитие качественных форсайт-методик.

В долгосрочном развитии мировой энергетики обозначено развитие принципиально новых, главным образом синергетических направлений (внедрение биоинжиниринга, получение энергии за счет структурных свойств материалов и др.). Крайне важной (а в долгосрочной перспективе и первостепенной) представляется задача развития «экологичности» новых разработок, под которой подразумевается органичное встраивание в окружающую среду групп технологических решений, обладающих высоким комплексным эффектом и, в связи с этим, позволяющих существенно повысить эффективность сразу в нескольких направлениях при сокращении, а впоследствии и нивелировании ущерба среде реализации и даже получения положительного синергетического эффекта (например, использование экологически чистой воды АЭС для развития биоты).

Сегодня уже сформированы предпосылки кардинальной трансформации энергетических систем на базе новых технологий управления, децентрализованной генерации, накопления и дальнего транспорта энергии, развития технологий комплексной переработки энергетического сырья. В сочетании с тенденциями неоиндустриального развития это может привести к глубокой трансформации энергетических рынков (от рынков товаров к рынкам услуг, а далее к рынкам технологий), что снизит значимость ресурсных факторов и усилит значимость факторов технологических и институциональных. При переходе к неиндустриальному развитию произойдет широкая интеграция в энергетику IT - технологий, позволяющая не только связать качественные и количественные изменения, но и организовать системы единых силовых центров и управляющих структур. Таким образом, информационное обеспечение новой энергетики будет сочетаться с инновационными процессами, осуществляя тем самым переход к энергоинформационным системам, как к системам нового технологического уклада.

Как правило, издержки в энергетике имеют U-образный характер: после быстрого снижения наступает стабилизация, а затем рост. Иными словами, сначала имеет место положительная отдача от масштаба, а затем – отрицательная.

В нефтяной промышленности длительный период падения издержек с 1970-х гг. сменился тенденцией к их росту. Схожий тренд наблюдался в газовой и атомной отраслях. В возобновляемой энергетике, хотя и не связанной с эксплуатацией ограниченных геологических запасов, эта тенденция также может проявиться по технологическим причинам.

Высокие издержки были длительное время ключевым препятствием для развития ВИЭ. В 2000-е гг. происходило быстрое снижение себестоимости ВИЭ по мере технологического прогресса и вследствие «отдачи от масштаба».

В долгосрочной перспективе снижение себестоимости ВИЭ продолжится под воздействием тех же факторов технического прогресса и отдачи от масштаба, по мере достижения стадии технологического насыщения кривая обучения уже не будет показывать столь быстрого снижения себестоимости при удвоении мощности. По мере роста ВИЭ будет происходить переход от наиболее эффективной части ресурсов (с относительно высокой плотностью энергии и низкими издержками, расположенных вблизи от потребителей) к менее эффективной части. Этот процесс в сочетании с ростом спроса на оборудование, сырьё и материалы (кремний для солнечной энергетики, сельскохозяйственное и лесное сырьё, металлы и пр.) вызовет рост издержек.

«Зеленая» энергетика, как и в целом энергетика, является инерционной сферой науки и техники. Освоение новых энергетических технологий и продвижение их в реальную энергетику требует десятилетий.

К середине 2010-х гг. ветровая энергетика (как наземная, так и шельфовая) стала вполне конкурентоспособной по отношению к топливной энергетике в Европе и некоторых других регионах мира. Использование биомассы также приблизилось к уровню конкурентоспособности. Себестоимость в других направлениях возобновляемой энергетики также быстро снижается, однако солнечная энергетика пока далека от уровня конкурентоспособности в крупном масштабе, а геотермальная энергия носит локальный характер.

Снижение себестоимости ВИЭ особенно важно для их распространения в развивающихся странах, где остро стоят ограничения. Выбор источника энергии, как правило, зависит не только от его стоимости, но и от уровня надежности,

политической, экологической и социальной безопасности, ожиданий и приоритетов.

Сокращение стоимости генерации на ВИЭ происходит за счет применения более дешевых материалов и более эффективных технологий и способствует росту мощности. Так стоимость генерации наземных ветряных станций снизилась на 29% с 2010 г., а солнечной генерации – на 65%. Эксперты прогнозируют дальнейшее снижение выработки ветряной электроэнергии посредством (на суше и морскими ВЭС) и солнца.

График 3.3
Стоимость генерации электроэнергии,
2010=100

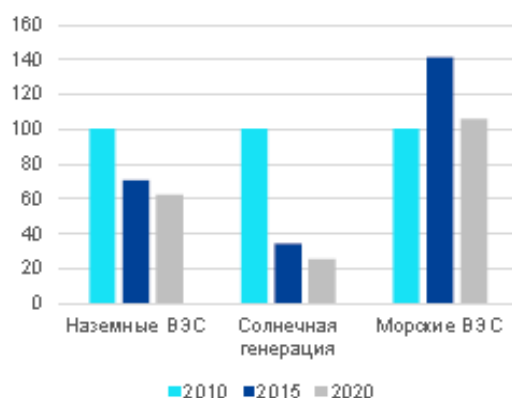
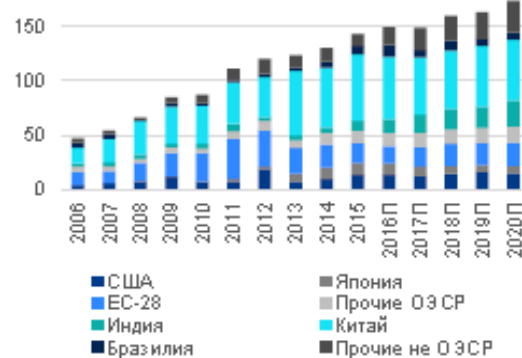


График 3.4
Ежегодное увеличение мощностей по ВИЭ в
мире, ГВт



При этом КПД возобновляемых источников энергии будет продолжать расти. КПД солнечной и ветровой энергетик уже вырос до значений, достижение которых прогнозировалось к 2030 г. – 24% и 30%, соответственно.

Таблица 3.1. КПД различных источников энергии

	2004	2012	2015
Ископаемые виды топлива	48%	47%	48%
ГЭС	43%	43%	42%
Атомная энергетика	82%	72%	74%
Ветровая энергетика	22%	24%	30%
Солнечная энергетика	13%	14%	24%
Прочие	18%	22%	25%

Наиболее быстро развивается генерация энергии посредством использования солнца и ветра. Однако они обладают серьезными недостатками по сравнению с традиционными источниками. Солнце и ветер являются импульсными источниками, таким образом, нет возможности полноценного перехода на ВИЭ и совместное использование систем с горючим топливом неизбежно.

Проблема может быть решена посредством совершенствования способов хранения выработанной электроэнергии. Это поможет решить проблему с неподходящей погодой для солнечной и ветровой генерации.

Кроме того, с развитием более эффективных материалов для передачи энергии и снижением потерь, появится возможность использовать выработанное электричество в других местах (с дефицитом энергии), присоединившись к высоковольтным ЛЭП.

Сегодня данные технологии уже используются, но их себестоимость крайне высока и ставит под вопрос экономическую эффективность. На данный момент хранение значительных объемов энергии является экономически нерентабельным.

В зависимости от типа батареи, хранение стоит от 30 до 80 центов за кВт*ч, тогда как средняя цена за кВт*ч электроэнергии в США около 10 центов. Таким образом, хранение как минимум утроит цену электричества, даже если само по себе оно было сгенерировано бесплатно.

Сегодня электрические батареи обладают намного меньшей энергоемкостью, чем горючие топлива. Уголь выделяет в 37 раз больше энергии на кг, чем лучшие литий-ионные батареи, бензин – в 60 раз.

2.2. Отраслевые тенденции

2.2.1. Нефтяная отрасль

Заметное влияние на развитие нефтяного сектора будет оказывать развитие технологий повышения нефтеотдачи, а также развитие нефтехимии. Эти технологии будут воздействовать на развитие отрасли в течение всего рассматриваемого периода. Стоит отметить, что перспективные технологии

нефтехимии позволят снизить энергоемкость этого сектора энергетики, а также повысить их экологичности и глубину переработки. В отношении МУН следует сказать, что на стартовом этапе их внедрения они позволят значительно увеличить сырьевую базу компаний, которая является залогом их капитализации. На сегодняшний момент серьезным препятствием являются высокие затраты на внедрение МУН.

Важную роль в развитии нефтяной отрасли в «умеренном» варианте будет играть также развитие комплекса технологий для добычи битуминозных песков и сверхтяжелой нефти, комплекса технологий для добычи сланцевого газа и нефти, которые позволят успешно осваивать крупные запасы этих видов ресурсов, а также комплекса технологий для глубоководной добычи, нацеленный на освоение богатых месторождений дна Мирового океана. Но для разработки битуминозных песков и сверхтяжелой нефти необходимы особенные технологии добычи и переработки данного вида сырья. Глубоководная добыча требует специфическое дорогостоящее оборудование. Технологии добычи сланцевой нефти сталкиваются с экологическими рисками.

Важно отметить развитие технологий производства и потребления биотоплива. Биотоплива могут играть значительную роль в удовлетворении спроса, снижении загрязнения окружающей среды и выбросов парниковых газов. Но на данный момент имеет место высокая себестоимость систем, необходимых для целевого производства сырья, заготовок и транспортировки, а также высокая стоимость технологий конверсии топлива.

В «оптимистичном» варианте на развитие нефтяного сектора, помимо указанных выше факторов, будет оказывать серьезное влияние развитие комплекса технологий для добычи нефти и газа в Арктике. На сегодняшний момент развитие этих технологий сталкивается с рядом проблем: сложные условия, потребность в дорогостоящем специфическом оборудовании, опасность нарушения экосистем.

В период до 2030 года важное значение в развитии нефтяной отрасли будет иметь также процесс повышение эффективности ДВС, в результате чего автомобили с ДВС получат значительный рост экономии топлива. Кроме того, с 2020 года большое влияние начнет оказывать рост парка гибридных автомобилей и электромобилей. Все это будет способствовать сокращению потребления

углеводородного топлива в транспортном секторе. Пока же основными проблемами в развитии этих технологических направлений являются: высокая стоимость, ограниченная дальность пробега.

2.2.2. Газовая отрасль

Важную роль в развитии газовой отрасли в мире будет играть развитие комплекса технологий для добычи сланцевого газа и нефти, которые позволят успешно осваивать крупные запасы этих видов ресурсов, а также комплекса технологий для глубоководной добычи, нацеленный на освоение богатых месторождений дна Мирового океана. Наиболее активное внедрение этих технологий ожидается после 2020 года. На сегодняшний день добыча сланцевого газа сталкивается с рядом экономических, технических и экологических проблем. Для глубоководной добычи требуется специфическое дорогостоящее оборудование, что в настоящее время также создает определенные препятствия для более масштабного применения этих технологий.

В «умеренном» варианте определенное влияние на развитие газовой отрасли будет также оказывать развитие технологии сжижения УВ. По сравнению с природным газом СУГ являются более калорийным топливом. К тому же, СУГ можно перевозить и хранить с преимуществами, характерными для жидкостей, и регулировать и сжигать паровую фазу с преимуществами, характерными для природного газа. Но на сегодняшний момент имеют место серьезные технологические проблемы, связанные с производством, транспортом, хранением и сбытом этих ресурсов.

В «оптимистичном» варианте, помимо вышеуказанных технологий, важную роль будет также играть развитие комплекса технологий для добычи нефти и газа в Арктике (особенно после 2020 года), что позволит осваивать богатые месторождения этого региона Земли. На данный момент развитие этих технологий сталкивается с рядом проблем: сложные условия, потребность в дорогостоящем специфическом оборудовании, опасность нарушения экосистем.

После 2025 года возможно развитие комплекса технологий для добычи газовых гидратов. Важными преимуществами газогидратов являются: высокая концентрация газа, способность к самоконсервации, что делает использования гидратных соединений для транспортировки и хранения газообразных веществ

экономически более выгодным. Но пока на данный момент отсутствует экономически эффективная промышленная технология добычи газогидратов.

2.2.3. Угольная отрасль

В настоящее время при подземном способе добычи угля внедряются следующие передовые технологии:

-  управления состоянием горного массива и технологий, обеспечивающих предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах (горных ударов, внезапных выбросов угля (породы) и газа);
-  обеспечивающие повышение эффективности вентиляции, дегазации угольных шахт, снижение пылевыведения и взрывозащиты, а также подавление и локализацию пылеметановоздушных смесей;
-  добычи угля без постоянного присутствия людей в очистных и подготовительных забоях на базе современной комплексной механизации и автоматизации процессов с применением высокопроизводительных проходческих комплексов для проведения подготовительных выработок с анкерным креплением и современных средств дистанционного управления и мониторинга забойных процессов.

Для открытого способа добычи угля прогресс технологий (технологических процессов) выемки угольных пластов продвигается по следующим направлениям:

-  совершенствование высокоуступной технологии для транспортной системы открытой разработки;
-  внедрения циклично-поточной технологии;
-  создание новых комбинированных (бестранспортной и транспортно-отвальной) систем разработки вскрышных пород высокой крепости с применением длинностреловых отвалообразователей;
-  совершенствование технологий кинетического формирования внутренних отвалов (взрыводоставка);
-  создание нового экскавационного оборудования - гидрофицированных роторных экскаваторов и выемочно-погрузочных драглайнов (кранлайнов);
-  оснащение разрезов высокопроизводительной горнотранспортной техникой непрерывного и циклического действия.

В сфере переработки угля:

-  совершенствуются технологии обогащения угольных шламов, а также облагораживания бурого угля в целях получения продуктов повышенной энергетической ценности с использованием местных сырьевых баз;
-  разрабатываются технологии окускования мелких классов углей и тонкодисперсных отходов угольных предприятий в целях комплексной модернизации объектов теплового хозяйства жилищно-коммунального хозяйства, угольных мини-теплоэлектростанций и котельных нового поколения на базе различных типов облагороженного местного топлива;
-  развиваются технологии по рекуперации ресурсов из углепородных отвалов, в том числе их глубокой переработки с производством продукции широкой номенклатуры и одновременным снижением отрицательного влияния на окружающую среду углепромышленных районов;
-  для промышленного внедрения совершенствуются технологии по глубокой переработке угля в синтетическое жидкое топливо и сопутствующие продукты с высокой добавленной стоимостью.

Важную роль в развитии угольной отрасли будет играть роботизированные технологии, технологии подводной добычи, мощные угольные пласты, выбросоопасные угольные пласты. Но для развития этих технологий необходимо решать задачу привлечения инвестиций в области разведки и увеличения запасов разрабатываемого угля; задачу снижения уровня выбросов угольной промышленности, увеличения производительности пласта, повышения безопасность работ и пр.

На развитие угольной промышленности будут влиять и технологии в электроэнергетике, в частности технологии сверхкритических параметров сжигания угля. Они позволят повысить эффективность угольных станций до 50–55%, что может иметь важнейшее значение для снижения выбросов CO₂, так как технологии сверхкритического парового цикла представляют собой основу для применения технологии CCS на угольных электростанциях. Но для этого необходимы разработки в проектировании станций и в материаловедении – нужны новые материалы, способные выдерживать более высокие температуры (на сегодняшний день производства таких материалов с приемлемым уровнем затрат не существует).

Также будут развиваться технологии CCS. Применение этих технологий может привести к сокращению выбросов CO₂, связанных с использованием угля и газа, почти до нулевых объемов. Но в настоящий момент отсутствуют

жизнеспособные эффективные технологии улавливания CO₂. Транспортировка CO₂ также требует использования передовой технологии. В целом, разработка и внедрение технологий CCS требует больших финансовых затрат и государственной поддержки.

Рассмотренные технологии будут оказывать влияние на угольную промышленность на протяжении всего прогнозного периода.

В «оптимистичном» варианте, помимо указанных технологий, будет развиваться комплекс технологий для добычи угольного метана, который может применяться для отопления помещений, производства электроэнергии, как топливо для автотранспорта (из-за высокой теплотворной способности), может использоваться в химической промышленности. Наиболее активное развитие этих технологий начнется после 2020 года. Широкому применению угольного метана для выработки электроэнергии и тепла способствует и появление на мировом рынке нового типа двигателей - двигателей Стирлинга. Но для эффективной добычи угольного метана необходимо решить достаточно много технологических задач. Для успешной реализации угольного метана необходимо его не только утилизировать, но и использовать для получения тепловой и электрической энергии.

2.2.4. Электроэнергетика

Один из основоположников кибернетики Ст. Бир назвал ее «наукой эффективной организации». Поэтому кибернетические методы были использованы в электроэнергетике для обоснования структуры ЕЭЭС как интегральной системы, организация и управление которой составляли единое целое. Кибернетические подходы создали базу для развития АСУ ТП, САПР, внедрение которых обеспечило эффективное функционирование и развитие электроэнергетики. При этом АСУ ТП включали в себя как целостную систему автоматики, так и алгоритмы диспетчерского управления, составившие прообраз энергоинформационной системы, где «силовая» энергетика составляла «тело», а информационно-управляющая система – «мозг» электроэнергетики. Сегодня многие из задач кибернетики электрических систем снова стали актуальными, в том числе задачи оптимального (эффективного) управления процессами функционирования и развития.

Но их решение старыми методами уже не достигает цели. Принципиально изменилась структура электроэнергетики, ставшей слабо связанным объединением множества объектов и субъектов. Сложность управления «мультиагентными» системами требует не просто использования новых информационных технологий, а создания новой идеологии не просто «умной» энергетики с информационно насыщенной надстройкой над «силовым» пространством, а «интеллектуальной» системы, где «мозг» и «тело» составляют единый организм.

В связи с этим на протяжении всего прогнозного периода на развитие электроэнергетики будут оказывать влияние технологии SmartGrid. Концепция Smart Grid предполагает системное преобразование электроэнергетики (энергосистемы) и затрагивает все ее основные элементы: генерацию, передачу и распределение (включая и коммунальную сферу), сбыт и диспетчеризацию

Использование «умных» сетей позволяет значительно сократить потери энергии, более эффективно использовать имеющуюся энергию; сократить затраты энергоресурсов, поставлять электричество в необходимом количестве, сократить выбросы в атмосферу углекислого газа. Но имеют место начальные ценовые барьеры внедрения Smart grid, высокие риски, отсутствие спроса на надлежащий уровень проектирования Smart-систем.

Высокоскоростные, полностью интегрированные, двухсторонние технологии связи, которые позволяют сети быть динамичной и превращают ее в интерактивную платформу для проведения обмена информацией и энергией в режиме реального времени. Открытая архитектура создает среду «plug and play», которая позволяет компонентам сети взаимодействовать между собой.

Smart Grid предполагает передачу информационных данных в обоих направлениях, поэтому средства связи, как уже говорилось, имеют первостепенное значение. Системы передачи данных делятся на четыре категории: сеть связи для обширной территории, сеть связи в масштабах города, локальная сеть связи и передвижная сеть связи (Vehicle Area Networks). Сеть связи для обширной территории (Wide Area Networks (WAN)): сети между городами. Используются в качестве центров агрегации информации от фидеров городских или других локальных сетей. Общие характеристики: возможность поддерживать большой объем трафика в обоих направлениях обеспечивать бесперебойную

передачу данных. Сети связи для обширных территорий обычно считаются основными.

Сеть связи в масштабах города (Metropolitan Area Networks (MAN)): обслуживают городские территории и другие территории между локальными сетями. Так же как и сети для обширных территорий, эти сети должны иметь возможность поддерживать большой объем трафика и служить центрами агрегации для сетей для обширной территории. Сети меньшего размера, расположенные, например, внутри студенческого городка или здания, называются сети для масштабов территории университета (Campus Area Networks -CANS). Городские сети связи так же известны как распределительные или сеть «последняя миля» (last mile network).

Локальная сети связи (Local Area Networks (LAN)): это сети внутри домов и офисов для взаимодействия крайних точек друг с другом и другими посредством городских сетей. Локальные сети группируются по разным признакам, включая функции, месторасположение и безопасность. Основные характеристики: большой объем данных посылается в конечную точку и меньший в сеть. Локальные сети так же известны как сети доступа.

Передвижная сеть (Vehicle Area Networks (VAN)): Эти сети являются новым, развивающимся и важным направлением для энергоснабжающих компаний и других отраслей промышленности, где есть рабочие, которые часто переезжают с места на место. Эти сети характеризуются способностью главной точки (обычно это грузовик или легковой автомобиль) перемещаться с места на место, а для работников иметь доступ ко всем ресурсам сети, находясь вне передвижного средства. Рабочие должны иметь определенный набор устройств, находясь в полевых условиях, уменьшается количество оборудования из-за централизации сетевого коммутатора и хранения данных.

Модернизированная сеть будет постоянно проводить самооценку на предмет обнаружения отказов, анализа ситуации, ответной реакции и, в случае необходимости, осуществит восстановление работы отдельных элементов сети или её сегментов. Подобное свойство сети позволит в сжатые сроки решать проблемы без вмешательства человека и минимизировать среднее время восстановления электроснабжения. Выступая в качестве «иммунной системы» сети, способность к самовосстановлению позволит поддерживать надежность сети, ее безопасность, открытость работы, качество энергии и эффективность работы сети.

Самовосстановление сети сократит перебои в электроснабжении, позволит выполнять работы в соответствии с алгоритмами, предотвращать или сокращать остановки в работе, динамично контролировать поток энергии и быстро восстанавливать систему после аварий. Вероятностная оценка рисков, основанная на измерениях, производящихся в режиме реального времени, поможет идентифицировать оборудование, электростанции и линии, которые с наибольшей долей вероятности подвержены сбоям в работе. Анализ непредвиденных обстоятельств позволит определять состояние всей сети, способствовать появлению ранних предупреждений в отношении происшествий, способных привести к сбоям в работе сети, и определять потребность в корректирующих действиях.

Связь с местными и удаленными устройствами поможет анализировать сбои, отклонение в амплитуде напряжения, низкое качество энергии, перегрузку и другие нежелательные моменты в работе системы. Результаты такого анализа станут базой для принятия соответствующих регулирующих мер посредством автоматики или, если необходимо, вручную.

Возрастающая нагрузка сети и потери энергии – камни преткновения в оптимизации активов. Прогрессивные информационные технологии предоставят огромный объем информации, которая будет объединена в корпоративные системы, заметно повышая их возможность оптимизировать процессы работы и технологического обслуживания. Эта информация будет обеспечивать проектировщиков и инженеров более качественными инструментами для создания наилучших проектов. Разработчики, делающие рекомендации для инвестиционных проектов в целях увеличения производительности системы, будут иметь необходимую им информацию для улучшения их работы. В результате появится возможность более эффективно управлять оптимизацией активов и капитальными вложениями.

Применение концепции Smart Grid позволит реализовать новый облик электроэнергетики (табл. т.1).

Таблица п1. Сравнительная характеристика действующих энергосистем и при реализации концепции Smart Grid

Действующие энергосистемы	Энергосистемы на базе концепции Smart Grid
Несовпадение интересов производителей и потребителей	Формирование единой системы Г – С – Н

Фиксированные энергорайоны	Энергетические кластеры
Централизованная генерация	Распределенная генерация
Топология – преимущественно радиальная	Преимущественно ячеистая
Централизованное диспетчерское управление	Мультиагентное управление
Воздействие на Г – С	Воздействие на нагрузку
Подверженность системным авариям	Локализация возмущений и предотвращение каскадного развития аварий
Работа до отказа (оборудования и режима)	Самодиагностика
Реакция на последствия аварии	Реакция на предотвращение аварии
Ручное восстановление схемы электроснабжения	Самовосстановление режима и структуры
Ограниченный контроль перетоков	Управление перетоками
Раздельный поток энергии и финансов	Скоординированный поток
Раздельный поток энергии и информации	Единая энергоинформационная (эргатическая) система
Раздельное инвестирование генерации и нагрузки	Единая инвестиционная программа

Источник: ИЭС

Управление домашним энергопотреблением (Home Energy Management, HEM) является продолжением и одним из элементов концепции "умного дома" (Smart Home) и домашней локальной сети (Home Area Network, HAN).

Рынок HEM даже в США находится на ранней стадии зарождения. Тем не менее, потенциал этого сегмента Smart Grid является огромным, что подтверждается приходом в отрасль таких гигантов как Microsoft, Google, Cisco, Intel и других. Основной потенциал заложен в распространении распределенной генерации на основе ВИЭ и использовании электромобилей.

Современные HEM-системы объединяют беспроводные датчики и интеллектуальную бытовую технику. Поскольку сами по себе решения HEM имеют высокую стоимость и зачастую излишнюю функциональность, поставщики решений, как правило, интегрируют их с развлекательными сервисами и системами безопасности. Рынок HEM, как и рынок AMI, начинался с первого поколения термостатов. В домохозяйствах США в свое время были установлены десятки тысяч термостатов Carrier, Emerson, которые поставлялись генерирующими компаниями.

Принцип управления энергопотреблением здания (Building Energy Management, BEM) предполагает оптимизацию и сокращение потерь электроэнергии, когда единицей оптимизации является целое здание. Поскольку,

по данным IEA, более двух третей электроэнергии в США потребляется коммерческими и промышленными компаниями, потенциал этого сегмента крайне значителен.

Как и в других сегментах Smart Grid, минимальные автономные принципы автоматизации зданий используются в строительстве на протяжении длительного периода времени. Со временем эти системы автоматизации усложняются и интегрируются в единую систему управления зданием, которая является частью общей сети, обеспечивающей принципы регулирования спроса.

Важную роль в долгосрочной перспективе продолжают играть технологии когенерации и тригенерации. Новейшие технологии когенерация примерно в 2 раза эффективнее традиционных методов раздельного производства пара и электроэнергии, также они дают основной вклад в решение глобальных экологических проблем. Но существует проблема хранения избыточной энергии, проблема потери тепла. Для когенерации необходимо, чтобы спрос на тепло и спрос на электроэнергию были примерно одинаковы.

Также будут развиваться технологии CCS. Применение этих технологий может привести к сокращению выбросов CO₂, связанных с использованием угля и газа, почти до нулевых объемов. Но в настоящий момент отсутствуют жизнеспособные эффективные технологии улавливания CO₂. Транспортировка CO₂ также требует использования передовой технологии. В целом, разработка и внедрение технологий CCS требует больших финансовых затрат и государственной поддержки.

На развитие электроэнергетики будут влиять и другие технологии, в частности технологии сверхкритического сжигания угля. Они позволят повысить эффективность угольных станций до 50–55%, что может иметь важнейшее значение для снижения выбросов CO₂, так как технологии сверхкритического парового цикла представляют собой основу для применения технологии CCS на угольных электростанциях. Но для этого необходимы разработки в проектировании станций и в материаловедении – нужны новые материалы, способные выдерживать более высокие температуры (на сегодняшний день производства таких материалов с приемлемым уровнем затрат не существует).

В период до 2050 года получит развитие малая распределенная генерация (microgrid) на основе ВИЭ. Эта система может использовать два и более типа ВИЭ, что снижает потребность в аккумулировании и частоту использования резервных источников энергоснабжения, при этом она может работать не только автономно,

но и параллельно с центральной электросетью. Микросети не требуют резервных мощностей, сопутствующей инфраструктуры, многочисленного обслуживающего персонала и больших накладных расходов, что позволяет установить цену на электроэнергию ниже рыночной, в аварийных же случаях значительно легче обеспечиваются надежность электроснабжения. Но имеет место проблема выбора первичных источников и генераторов энергии микросети и определение оптимального соотношения их мощностей.

Важную роль в развитии электроэнергетики будет играть совершенствование накопителей электроэнергии (аккумуляторов и суперконденсаторов). Они способствуют выравниванию графиков нагрузки в сети, обеспечению повышения пределов устойчивости, обеспечению бесперебойного питания особо важных объектов; гашению и предотвращению колебаний мощности. Вместе с тем, аккумуляторы, храня достаточно энергии, слишком медленно заряжаются/разряжаются. Суперконденсаторы могут заряжаться и разряжаться очень быстро, что весьма полезно для электрического транспорта, которому нужна высокая пиковая мощность, но компактные суперконденсаторы отличаются низкой энергоемкостью, чтобы получить широкое применение. Кроме того, существует проблема высокой стоимости накопителей.

«Умеренный» вариант также предполагает совершенствование и внедрение проводников нового поколения. Влияние этой технологии будет ощущаться на протяжении всего прогнозного периода. Они проводят ток с малыми потерями и очень высокой мощностью, повышают надежность и безопасность системы, способны увеличить выход энергии из ВИЭ. Основные барьеры - цена проводника, производительность системы, создание необходимых материалов для проводника.

В области ВИЭ на протяжении всего прогнозного периода важное значение будет иметь совершенствование аэродинамических механизмов ветровой энергетики и развитие оффшорной ветроэнергетики. Этот вид энергии является одним из самых экономически конкурентоспособных источников возобновляемой энергии и может конкурировать без специальной поддержки на рынках электроэнергии. Оффшорная ветроэнергетика остается одной из самых перспективных отраслей среди ВИЭ, благодаря которой создается большое количество новых рабочих мест и сокращается импорт ископаемого топлива. Но оффшорная ветроэнергетика является новым направлением, и требует дальнейших исследований для повышения ее эффективности, снижения

стоимости технологий (чтобы конкурировать с другими секторами энергетики, отрасли необходимо резко сократить себестоимость генерации).

Стоит также отметить, что после 2020 года получат развитие технологии концентрированной солнечной энергии (CSP-технологии). По сравнению с солнечными батареями, эти технологии позволяют сохранять тепловую энергию. Их стоимость ниже, чем у солнечных батарей. Использование CSP совместно с другими ВИЭ (например, ветряками или солнечными батареями), позволяет строить устойчивые энергосистемы с постоянными показателями выдачи электричества. Но на пути развития этих технологий стоит много проблем: ограниченное число площадок для размещения подобных станций, их удаленность от потребителей. Поэтому перспективы технологии в значительной степени связаны с прогрессом в области создания магистральных электросетей. Требуется разработка новых жидких теплоносителей, создание более эффективных турбин и т.д.

В «оптимистичном» варианте, помимо вышеуказанных технологических комплексов, получат развитие и другие, которые смогут оказать существенное влияние на развитие электроэнергетики. Модификации технологии кипящего слоя даст возможность эффективного сжигания низкокалорийных, высокосолевых топлив, а также топлив с малым выходом летучих; обеспечит низкие выбросы оксидов азота. Но для работы таких котлов необходимо много вспомогательных установок. Для сокращения выбросов CO₂ потребуется увеличение эффективности технологии. Предположительно, эти технологии получат наибольшее развитие после 2030 года.

После 2015-2020 гг. получить развитие технология фотоэлементов. Фотоэлементы дают возможность для обеспечения электроэнергией населения в отдаленных районах. Но имеет место ряд проблем: проблема снижения стоимости и ускорение процесса выделения чистого кремния из природных ресурсов, недостаточно высокий КПД.

В атомной энергетике после 2020 года получат развитие реакторы на быстрых нейтронах, обладающие рядом неоспоримых преимуществ: возможность вовлечения в энергетику урана-238, и наработки плутония-239, возможность расширенного воспроизводства ядерного горючего; возможность утилизировать в огромных количествах бедные урановые и ториевые руды, рассеянные в земных горных породах; долгосрочность; экологичность. Но существует ряд технологических проблем, связанных, в частности, с конструкторскими

материалами; теплоносителем. К тому же эти технологии отличаются дороговизной, из-за невозможности использования простейшего теплоносителя – воды, конструкционной сложности, высоких капитальных затрат и высокой стоимости высокообогащенного топлива.

После 2030 года есть вероятность начала освоения управляемых термоядерных процессов. Основными преимуществами ядерного синтеза состоят в том, что в качестве топлива для него требуется лишь очень небольшое количество весьма распространенных в природе веществ, а также отсутствие выбросов CO₂ и загрязнения атмосферы. Термоядерный реактор намного безопасней ядерного реактора в радиационном отношении. Но требуется решение задачи нагрева и удержания газовой смеси ядер дейтерия и трития. Негативное влияние оказывает рост расходов, связанных с усилением мер безопасности работ ядерных реакторов.

После 2040 года может получить развитие комплекс водородных технологий. Преимуществами этих технологий являются широкий спектр источников получения водорода, широкий спектр его применения, практически нулевой выброс CO₂. Но пока имеют место нерешенные серьезные технические и технологические проблемы, практически полное отсутствие инфраструктуры, высокая стоимость топливных элементов с применением водорода.

2.2.5. Атомная энергетика

В мире проводятся исследования в сфере перспективных атомных технологий, которые направлены на удешевление производственных процессов, повышение безопасности атомной энергетики, повышение эффективности процессов обращения с отработанным ядерным топливом, его минимизацию, увеличение безопасного срока эксплуатации атомных станций на период 60 лет и более. В рамках исследований происходит как усовершенствование технологий реакторов третьего поколения, так и разработка реакторов четвертого поколения. Реакторы четвертого поколения позволят значительно повысить безопасность эксплуатации АЭС, минимизировать уровень отходов ядерного топлива (особенно, при использовании технологий закрытого топливного цикла), снизить издержки эксплуатации. Кроме того, разработка технологий четвертого поколения

предполагает создание высокотемпературных реакторов, что, следовательно, создает возможности для получения водорода.

2.2.6. Традиционная и малая гидроэнергетика

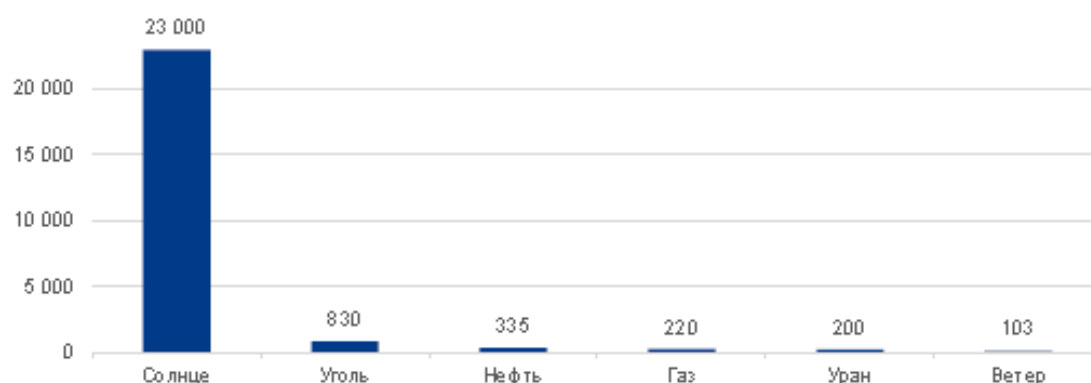
Традиционная и малая гидроэнергетика несколько отстают в своем технологическом развитии от других видов ВИЭ. В настоящее время оно в основном сосредоточено на поиске путей более эффективного и многоцелевого использования гидроэнергетического потенциала не только крупных, но и малых рек, а также обеспечения безопасной эксплуатации уже существующих крупных ГЭС. Строительство малых ГЭС (МГЭС) имеет наиболее широкие перспективы развития в различных регионах мира с трансграничными речными бассейнами. Малая гидроэнергетика свободна от многих недостатков крупных ГЭС и признана одним из наиболее экономичных и экологически безопасных способов получения электроэнергии, особенно при использовании небольших водотоков. Современные крупные ГЭС не являются действительно экологически чистыми. Малые ГЭС могут располагаться на небольших реках или даже ручьях, их электрогенераторы будут работать при небольших перепадах воды или движимые лишь силой течения (бесплотинные МГЭС). Такие станции могут быть установлены и на крупных реках с относительно быстрым течением. При этом строительство малых ГЭС плотинного типа без какого-либо ущерба природе и сельскому хозяйству можно вести только в верховьях рек. Особенностью гидростанций является то, что гидротехнические сооружения (плотина, здание станции, водоводы и тд.) и их оборудование используются в течение 50 и более лет. Имеются ГЭС проработавшие 100 лет. Это означает, что ГЭС, построенные в начальных экономических условиях, многократно окупившись, продолжают производить наиболее дешёвую энергию. Наиболее уязвимыми недостатками мощных ГЭС являются затопление земель, заиливание водохранилищ, цветение воды в них, изменение микроклимата, а также сравнительно высокие удельные капитальные вложения.

Наряду с этим, применение малой и альтернативной энергетики позволяет существенно и стабильно снизить нагрузку на существующие сети и системы, а также максимально учесть и удовлетворить интересы большинства потребителей. Для этого следует использовать и развивать их возможности в сторону расширения сферы практического использования.

2.2.7. Солнечная энергетика

Солнечная генерация обладает наибольшим потенциалом из всех известных на данный – 23 тыс. тераватт-лет, что в десятки раз превышает потенциал других источников энергии. Несмотря на это, специфика солнечной генерации заключается в нестабильности с точки зрения погодного и климатического фактора. То есть, значительная часть территории земли не приспособлена для экономически эффективной выработки солнечной энергии.

График 3.15. Потенциал различных видов топлива, тераватт-лет



В области материаловедения ведутся разработки новых материалов для солнечных элементов. Среди перспективных технологий — тонкопленочная на основе полупроводников субмикронной толщины или аморфного кремния, мультиузловая технология — многослойное напыление разных по эффективности полупроводников, а также полупроводниковые красители. Из-за теоретических ограничений в преобразовании спектра в полезную энергию (около 30 %) для фотоэлементов первого и второго поколения требуется использование больших площадей земли под электростанции. Например, для электростанции мощностью 1000 МВт это может быть несколько тысяч гектаров (для сравнения, — гидроэнергетика, при таких же мощностях, выводит из пользования заметно большие участки земли).

Но строительство солнечных электростанций такой мощности может привести к изменению микроклимата в прилегающей местности и поэтому в основном устанавливаются фотоэлектрические станции мощностью 1 - 2 МВт недалеко от потребителя или даже индивидуальные и мобильные установки. Фотоэлектрические элементы на крупных солнечных электростанциях устанавливаются на высоте 1,8—2,5 м, что позволяет использовать земли под электростанцией для сельскохозяйственных нужд. Поток солнечной энергии, падающий на установленный под оптимальным углом фотоэлемент, зависит от

широты, сезона и климата и может различаться в два-три раза для различных территорий. Атмосферные явления (облака, туман, пыль и др.) не только изменяют спектр и интенсивность падающего на поверхность Земли солнечного излучения, но и изменяют соотношение между прямым и рассеянным излучениями, что оказывает значительное влияние на некоторые типы солнечных электростанций, например, с концентраторами или на элементах широкого спектра преобразования. Фотоэлектрические преобразователи работают днём и с меньшей эффективностью работают в утренних и вечерних сумерках. При этом пик электропотребления приходится именно на вечерние часы. Кроме того, производимая ими электроэнергия может резко и неожиданно колебаться из-за смены погоды. Для преодоления этих недостатков на солнечных электростанциях используют эффективные электрические аккумуляторы (на сегодняшний день это недостаточно решённая проблема) либо проводится преобразование в другие виды энергии, например, строятся гидроаккумулирующие станции. Проблемы изменчивости интенсивности излучения и больших затрат на хранение энергии, зачастую решается интеграцией солнечных электростанций в существующие единые энергетические системы, которые перераспределяют вырабатываемую и потребляемую мощность. К основным недостаткам широкого использования солнечных электростанций относится пока еще сравнительно высокая цена солнечных фотоэлементов.

С совершенствованием технологии производства фотоэлементов и ростом цен на ископаемые энергоносители этот недостаток будет преодолеваться, так как в последние годы цены на фотоэлементы снижались в среднем с темпом порядка 5% в год. Кроме этого, поверхность фотопанелей и зеркал нужно очищать от пыли и других загрязнений. В случае крупных фотоэлектрических станций, при их площади в несколько квадратных километров это может вызвать затруднения, но применение отполированного стекла на современных солнечных батареях решает эту проблему. Эффективность фотоэлектрических элементов падает при их нагреве (в основном это касается систем с солнечными концентраторами), поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения, обычно водяных. Через 30 лет эксплуатации эффективность фотоэлектрических элементов начинает снижаться. Выработавшие свой ресурс фотоэлементы, содержат ряд токсичных компонент (в т.ч. кадмий), который недопустимо утилизировать в промышленных условиях. Поэтому, очевидно, нужно будет предусмотреть дополнительное расширение индустрии по их утилизации.

Прорывные технологии

Солнечная химия:

-  Солнечный свет генерирует энергию для расщепления воды на газообразный кислород и водород, водород может сразу использоваться как топливо.
-  Другой подход позволяет использовать воду, углекислый газ и солнечный свет для производства углеводородов, тем самым количество углекислого газа остается прежним
-  Нет проблем с хранением

Проточные батареи:

-  Особый вид батарей с перезаряжаемым жидким электролитом. Во время перезарядки электролит из приемных резервуаров перетекает в хранилища через «радиаторы», которые заряжают его энергией в ходе химической реакции.
-  Количество получаемой энергии зависит от размера хранилищ.
-  Плюсом является долговечность, однако использование редкого палладия в качестве электролита ставит под вопрос коммерческую эффективность

Солнечные краски:

-  Три слоя краски (проводящий, базовый белый и светочувствительный) наносятся на любую поверхность, последний слой генерирует электричество.
-  Светочувствительные краски производят из перовскитов, содержащих ядовитый свинец. Требуется разработать нетоксичный краситель.

Другим фактором, как уже было отмечено, является отсутствие подходящего с точки зрения объема, себестоимости хранения накопителя.

2.2.8. Ветровая энергетика

В ветроэнергетике технологическое совершенствование идет в направлении повышения диаметра вращающейся турбины (ротора), который увеличился с 10 м в середине 1970-х гг. до 126 м в настоящее время. Это позволило заметно снизить затраты на выработку электроэнергии на ветроустановках. Кроме того, непрерывно происходит снижение капитальных затрат на их строительство. Сегодня крупные ВЭС успешно интегрируются в электрические сети общего пользования, более мелкие используются для снабжения электричеством удалённых районов. В тоже время сооружение ВЭС сопряжено с некоторыми трудностями технического и экономического характера, замедляющими распространение ветроэнергетики. В частности, непостоянство ветровых потоков не создаёт проблем при небольшой пропорции ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии, однако при росте этой пропорции, возрастают также и проблемы надёжности производства электроэнергии. Для решения подобных проблем используется интеллектуальное управление распределением электроэнергии. Так, работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти. Так как, ветроэнергетика является нерегулируемым источником энергии, выработка ветроэлектростанции зависит от силы ветра фактора, отличающегося большим непостоянством. Соответственно, выдача электроэнергии с ВЭС в энергосистему отличается большой неравномерностью как в суточном, так и в недельном, месячном, годовом и многолетнем разрезах. Учитывая, что энергосистема сама имеет неоднородности нагрузки (пики и провалы энергопотребления), регулировать которые ветроэнергетика, естественно, не может, введение значительной доли ветроэнергетики в энергосистему способствует её дестабилизации. Поэтому любой ветрогенератор нуждается в регулировании его работы. Оно необходимо для максимальной отдачи при малых скоростях ветра и предотвращения повреждений ротора при сильных потоках. Производится регулировка за счёт изменения угла атаки лопастей, электромагнитной коррекции момента на валу генератора и включения тормозной системы. Обычно при составлении программы управления в неё закладывается сложная цифровая модель поведения турбины. Поскольку динамика ротора в условиях хаотичных внешних возмущений далеко не линейна, этот подход приводит к большим неточностям в управляющих действиях. В

результате установка производит меньше энергии, чем могла бы. Для решения этой проблемы используются системы управления ВЭС, в которых турбина запоминает свой прошлый опыт управления и использует его для оценки текущей ситуации и определения новых действий. Такая система управления самообучается по ходу работы, поэтому отпадает необходимость в наличии чрезмерно сложной модели отклика ротора на те или иные воздействия среды. Это позволяет получать очень высокую отдачу от генератора при ветре ниже, чем «номинальный» для расчёта характеристик ВЭС, и стабильно держать номинальную мощность при ветре более высокой скорости, что позволяет частично снять необходимость резервирования мощности в энергосистеме (например, в виде газотурбинных электростанций), а также механизмов сглаживания неоднородности их выработки (например, в виде ГЭС).

2.2.9. Водородная энергетика

Основные вызовы водородной энергетики – снижение затрат на получение водорода, а следовательно и его цены относительно других видов топлив; и обеспечение надежности (минимизации взрывоопасности) при его использовании транспортными средствами.

К настоящему времени технологии крупномасштабного производства и переработки водорода уже хорошо освоены. Существующие способы производства водорода базируются на использовании в качестве исходного сырья воды (электролиз, фотолиз и радиолиз), угля и природного газа (паровая и парокислородная конверсии), сероводорода (химическое и илазмохимическое разложение) и некоторых других веществ.

Большую часть водорода получают паровой конверсией, либо частичным окислением углеводородного сырья, главным образом природного газа. Следует отметить, что только 62% водорода производят как целевой продукт, остальные 38% являются побочным продуктом других производств, таких как нефтепереработка, коксохимия и т.п. К последним также относится почти весь электролитический водород, получаемый в настоящее время в производстве хлора и каустической соды.

Основными потребителями водорода (95%) являются химическая промышленность и нефтепереработка. Водород является ключевым реагентом в производстве минеральных удобрений (получение аммиака), в многочисленных процессах органического синтеза. Особое место водород занимает в нефтепереработке (гидрокрекинг, гидроочистка), его применение увеличивает

глубину переработки сырой нефти и повышает качество конечных продуктов — углеводородных топлив.

Из всего объема производимого водорода только 5% в настоящее время является коммерческим продуктом. Как правило, крупные потребители водорода сами производят его для собственных нужд, что вызвано экономическими факторами (высокие цены на товарный водород), а также техническими трудностями хранения и транспортировки больших количеств водорода.

Водород обладает уникальным набором свойств, определяющих его широкое использование в различных областях промышленности, но, с другой стороны, порождающих ряд технических проблем при организации процессов с его участием. Способность вступать при повышенных температурах в каталитические реакции гидрирования широко используется в химической (синтез аммиака и метанола), нефтехимической (гидрокрекинг) и пищевой (гидрирование растительных жиров) промышленности, а также в ряде других отраслей. Восстановительные свойства водорода используются в химической технологии, в порошковой металлургии, металлообработке, машиностроении, микроэлектронике. Среди известных газов водород имеет самую низкую вязкость и самую высокую теплопроводность. Благодаря данному обстоятельству водород эффективно применяется для уменьшения трения и охлаждения в движущихся частях установок (например, в турбогенераторах в тепловой и атомной энергетике). В то же время низкая вязкость водорода повышает вероятность его утечек через уплотнения, что ужесточает требования к качеству водородной газовой аппаратуры.

Водород относят к горючим газам с повышенной пожаро- и взрывоопасностью. Он имеет широкие концентрационные пределы горения и детонации, высокую скорость распространения пламени (в 8 раз выше, чем у метана), а также низкую (в 14,5 раза ниже, чем у метана) энергию воспламенения. Вместе с тем, низкая плотность и высокая скорость диффузии водорода способствуют быстрому снижению его концентрации на открытой местности и в вентилируемых помещениях. К тому же водород имеет достаточно высокую нижнюю границу детонации (в 2,06 раза выше, чем у метана), что существенно снижает его взрывоопасность в реальных условиях.

Промышленное производство водорода в том, виде, в котором оно существует сегодня, имеет ряд серьезных недостатков, включая высокую стоимость производства, транспортировки и хранения. Множество и

применяемых и известных способов получения водорода либо дороги сами по себе, либо малопроизводительны, либо энергозатратны, в результате чего производимый продукт имеет высокую себестоимость.

Однако на долгосрочный период стратегия производства водорода должна быть нацелена на возобновляемые источники энергии или ядерную энергию, имеющие более обнадеживающие перспективы с точки зрения снижения затрат и сокращения выбросов CO₂. По указанным причинам конверсия метана обычно рассматривается как переходная технология от сложившейся инфраструктуры энергорынка к водородной экономике будущего. В перспективе технологии производства водорода из органических топлив (природного газа, угля, нефтепродуктов, биомассы и т.п.), видимо, будут вытесняться другими.

Наиболее оптимальным сырьем для производства водородного топлива могла бы служить вода. В последние годы в ряде стран разработаны экспериментальные технологии каталитического расщепления водяного пара в высокотемпературных химических реакторах. В общей сложности сейчас известно свыше ста каталитических циклов этого рода. Однако все эти процессы требуют нагрева реагентов до температур порядка 800-1000 градусов и потому при массовом применении вызывают больше проблем, чем решают.

Известен также способ расщепления воды, как ее диссоциация с помощью электричества - электролиз. Электролиз воды является наиболее перспективной технологией получения водорода в будущем, хотя в настоящее время из-за высокой стоимости электроэнергии доля этого метода в мировом производстве водорода не превышает 5%. Основной вклад в стоимость электролитического водорода (70—90%) вносят затраты на электроэнергию. Влияние на дороговизну процесса оказывает низкая суммарная энергоэффективность и относительно высокие капитальные затраты. В отличие от рассмотренного метода получения водорода из природного газа, с ростом производительности электролизной установки цена водорода существенно снижаться не будет, и основным фактором, определяющим конкурентоспособность электролизера, будет не стоимость, а эффективность его работы (КПД). В то же время, при наличии дешевой электроэнергии (например, в «провальные» периоды ее потребления) электролитическое получение водорода может стать рентабельным. В настоящее время применяются и разрабатываются новые типы электролизеров (твердополимерные, высокотемпературные и др.), позволяющие увеличить эффективность и коммерческую привлекательность процесса электролиза.

2.2.10. Прочие ВИЭ

Топливный водородный элемент:

В небольшой топливной ячейке гидрид кальция вступает в реакцию с водой и образуется электричество.

☐ Выделение электричества достаточно лишь для зарядки портативных устройств.

Сверхпроводники:

☐ Материалы, электрическое сопротивление которых при понижении температуры до определенной величины понижается до нуля Ом.

☐ Однако повсеместное внедрение сверхпроводников требует решения еще большого количества технологических задач

Изотоп гелий-3:

 Энергия производится в крайне незначительных количествах, что не позволяет коммерческое использование в качестве источника энергии

Бактерии для получения электроэнергии:

-  Требуются дорогие катализаторы
-  Менее удобный в работе аналог гальванической батареи
-  Работоспособность данного источника тока зависит от температуры

Каталитическое разложение жидкого органического топлива:

-  Значительные размеры, дороговизна и несовершенство топливных элементов
-  Экономичность двигателя не окупает его стоимость по сравнению с бензиновым

Растительные масла:

-  Затраты топлива техникой для обработку поля и сбора урожая сопоставимы с количеством произведенного масла

Космические солнечные отражатели:

-  Высокая себестоимость
-  Необходимо развитие технологий накопления энергии и снижения их себестоимости

В геотермальной энергетике исследования возможности применения новых технологий ведутся, главным образом, в направлении поиска новых теплоносителей, способных резко увеличить эффективность отбора тепла у геотермальных источников энергии. Так, технология производства электроэнергии из геотермальных источников с утилизацией CO_2 может быть использована для утилизации избытков углекислого газа в коре земной поверхности. Геотермальная электростанция обычно требует огромные объемы воды, которая играет роль теплоносителя, закачиваемого под землю для генерации водяного пара, приводящего в движение лопасти турбин генераторов. Используя вместо воды в качестве рабочего тела углекислый газ, который частично будет адсорбироваться грунтом в процессе работы, можно в разы повысить эффективность отбора тепла. Таким образом, CO_2 под высоким давлением закачивается под землю. Когда разогретый газ возвращается на поверхность, он через теплообменник используется для генерации электроэнергии. После этого газ снова сжимается и отправляется повторно к источнику геотермального тепла. После каждого цикла часть углекислого газа неизбежно и надолго остается глубоко под поверхностью земли, что позволяет одновременно решать проблему его утилизации при сжигании других ископаемых видов топлива. Другой, исследуемый в настоящее время эффективный металлоорганический теплоноситель, представляющий собой жидкость с двумя термодинамическими состояниями, способен с высокой эффективностью отбирать энергию у сравнительно слабо нагретых тел. Это позволит существенно повысить эффективность отбора тепла у геотермальных источников энергии. Такой теплоноситель более результативен при трансформации энергии подземных вод в электричество за счет разницы температур. Новая разработка позволяет использовать тепло земных недр для получения электроэнергии в более широких масштабах, чем было возможно

прежде – используя подземные воды даже с невысокой температурой. Хотя геотермальные ресурсы обладают относительной экологической чистотой, если не принимать во внимание неизбежные выбросы попутных газов, и их использование не зависит от затрат на топливо, имеется и ряд недостатков. Прежде всего, это то, что геотермальные электростанции можно строить только в определенных местах, обычно удаленных от основных потребителей, и геотермальные источники рано или поздно достигают своего истощения.

В биотехнологии ведется широкая работа по увеличению эффективности фотосинтеза, генетическому конструированию новых видов биоэнергетических культур, разработке технологии производства биотоплива на основе липидосодержащих водорослевых культур. Исходным сырьем в биоэнергетике выступает биомасса, аккумулирующая в себе солнечную энергию в форме углеводов растительного происхождения и из которой вырабатывается биотопливо в твердом, жидком и газообразном виде – в зависимости от технологии. В настоящее время под биотопливами понимают большой набор продуктов, получаемых биотехнологическими методами из возобновляемого сырья различной природы, включая биоэтанол, биогаз, биобутанол, биодизель, пеллеты. Основным преимуществом биоэнергетики является прежде всего использование возобновляемого и экологически чистого источника энергии. Кроме того, биотоплива решают проблему остановки глобального роста двуокиси углерода в атмосфере, фактора усиливающего «парниковый эффект» и приводящего к глобальным изменениям климата. Биотопливо – территориально-распределенный источник энергии. Производство и применение биотоплив может носить локальный характер без необходимости использования глобальных систем трубопроводов, линий электропередач и др. Немаловажно отметить также, что биотопливная индустрия развивается в рамках агроэнергетического комплекса и является фактической поддержкой сельскохозяйственного производителя. Ее дальнейшее развитие способно создать значительное количество дополнительных рабочих мест.

В области использования низкопотенциального тепла большинство разработок направлено на создание новых энергоэффективных технологий жизнеобеспечения зданий, базирующиеся на широком использовании низкопотенциальных геотермальных ресурсов в теплонасосных системах теплоснабжения. Преимущества таких систем в сравнении с их традиционными аналогами связаны не только со значительными

сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также с новыми возможностями для повышения степени автономности систем жизнеобеспечения зданий. Разрабатываемые технологии использования низкопотенциальных тепловых ресурсов не ограничиваются лишь использованием тепла накопленного в грунте. Существуют технологии использования низкопотенциального тепла, в том числе естественных водоемов, атмосферного воздуха, тепла сбросных вентиляционных потоков или систем охлаждения энергетического и технологического оборудования. Как правило, для утилизации тепла от этих источников применяются высокоэффективные теплонаносные установки, позволяющие организовать отопление, кондиционирование и горячее водоснабжение домов, получить технологическое тепло для различных промышленных и сельскохозяйственных объектов, создать оптимальный микроклимат в помещениях культурно-социального сектора. При этом преобразование теплоты в них осуществляется с высокой энергетической эффективностью. Обычно на 1 кВт затраченной энергии в парокомпрессионном тепловом насосе потребителю может быть передано 3-4 кВт и более тепловой энергии. Современные теплонаносные технологии являются экологически чистыми, надежными в эксплуатации, универсальными по виду низкопотенциального источника и уровню производимой мощности, полностью автоматизированными и имеют длительный срок службы.

В области использования энергии мирового океана наиболее перспективное направление исследований связано со строительством различных установок по преобразованию энергии морских ветровых и приливных волн. Ветровые волны обладают большой разрушительной силой, т. е. несут значительную энергию. Было подсчитано, что 1 км² водной поверхности с волнами высотой около 5 м обладает мощностью около 3 млн кВт. Запасы энергии ветровых волн и зыби огромны, но степень разработанности проблемы ее использования пока недостаточна, лишь в последнее десятилетие были сделаны некоторые шаги в деле практического использования энергии ветровых волн и зыби для выработки электрической энергии. Одним из принципиально новых типов устройства для генерации электричества из энергии ветровых волн на сегодняшний день является вязкоупругий «ковёр», покрывающий морское дно и сочетающий в себе

полимерные пружины и генераторы. У такой конструкции масса преимуществ над традиционными волновыми генераторами. КПД придонного «ковра» такой конструкции легко достигает 50%, если дистанция до водной поверхности составляет 10 м, чуть выше этого значения — если глубина меньше, и превышает 40% для глубины в 20 м. Значительным преимуществом системы является то, что она лучше всего работает с короткими волнами и в шторм. Кстати, традиционные поверхностные волногенераторы во время шторма не действуют, а то и разрушаются, и лучше всего преобразуют энергию длинных волн, которая почти полностью остаётся на морской поверхности. Короткие волны («зыбь») быстро передают свою энергию в более глубокие слои, поэтому поверхностные генераторы не могут эффективно её использовать. Кроме того, новый тип придонных генераторов не помешает использованию морских акваторий по прямому назначению: суда смогут беспрепятственно ходить над такими энергогенерирующими коврами. Приливные волны, отличаются четкой регулярностью: два раза в сутки в определенное время появляются приливные волны заранее известной высоты. В настоящее время существующие в мире приливные электростанции — наиболее мощные среди других волновых электростанций, но, к сожалению, их можно построить не на любом участке побережья (и, как правило, не там, где особенно нужна энергия). Среди перспективных инновационных путей использования ресурсов приливной энергетики, прежде всего, можно выделить два направления: применение водородных технологий накопления и передачи энергии; создание эффективных опреснительных установок на базе приливных станций. Последние десятилетия характеризуются определенными успехами исследований по использованию тепловой энергии океана. Многие области мирового океана обладают значительным потенциалом для производства возобновляемой энергии за счет разницы в температуре поверхностных и глубинных вод океана. Технология преобразования термальной энергии океана подразумевает размещение теплового двигателя между потоками теплой воды на поверхности океана и холодной водой, поднимающейся из глубин. Сейчас разработки морских термальных электростанций активно ведутся при финансовой поддержке правительств ряда европейских стран и США. Установка по преобразованию тепловой энергии океана в электрическую, производительность которой составит 10 МВт, должна появиться на Гавайях (США) уже в ближайшие пять лет. Возможно, в ближайшем будущем активное

развитие получают технологии трансформации энергии океана, связанные с соленостью. Запасы энергии градиента солености, или осмоса, по некоторым оценкам, не уступают тепловой энергии океана. Осмотические электростанции наиболее актуальны в устьях больших рек, а около них, как правило, располагаются крупные города. Считается, что подобные станции наиболее перспективны для северных стран, таких как Россия, Канада и государства Скандинавии, при этом не стоит исключать самые южные части Африки и Америки. Глобальный потенциал осмотической энергии эксперты оценивают примерно в 1600 – 1700 млрд кВт·ч в год, что эквивалентно половине производимой в Европейском союзе электроэнергии.

2.3. Конкуренция ДВС и электромобилей

На протяжении многих лет автомобили, оборудованные двигателем внутреннего сгорания (далее – ДВС), занимали доминирующее место в мировом автопарке. По состоянию на 2015 г. около 99% мирового автопарка приходилось на автомобили с ДВС, которые потребляли продукты нефтепереработки в качестве основного топлива. Тем не менее, в настоящий момент формируются предпосылки для изменения данной ситуации. Во-первых, многие страны предпринимают меры, направленные на поддержку развития альтернативных видов транспорта, в том числе гибридов и электромобилей. Во-вторых, снижение стоимости батарей может в ближайшей перспективе сделать электромобили более доступными для потребителей. Доля автомобилей с ДВС в мировом парке будет постепенно снижаться, уступая место электромобилям, автомобилям с гибридными двигателями. Однако этот процесс будет происходить постепенно по мере роста продаж новых автомобилей и выбытия старых. Несмотря на распространение альтернативных видов транспорта, традиционные автомобили с ДВС продолжают занимать доминирующее положение в структуре мирового автопарка в ближайшие 15 лет. К 2030 г. на долю автомобилей с ДВС будет приходиться около 85% мирового автопарка легковых автомобилей.

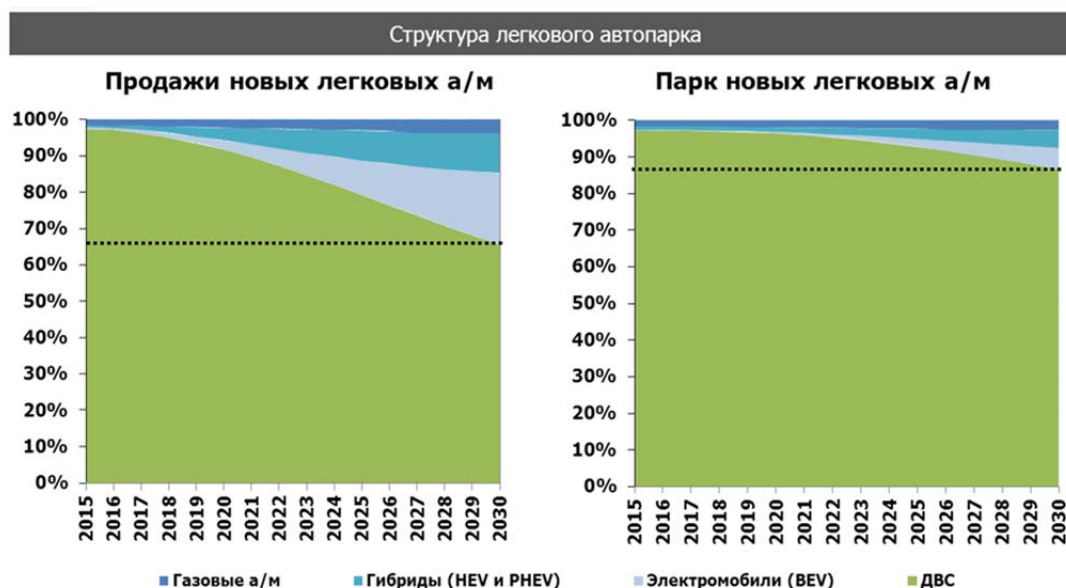
В последнее время в прессе и в экспертном сообществе активно обсуждается потенциал развития рынка электромобилей и влияние этого рынка на мировую энергетику. Действительно, нельзя не отметить несколько знаковых изменений, которые произошли за последние несколько лет в

автомобильной индустрии. Во-первых, в 2012 г. на рынке появился электромобиль с выдающимися на тот момент техническими характеристиками – Tesla Model S. Компания Tesla показала, что можно сделать электромобиль с большим запасом хода и впечатляющей динамикой. Во-вторых, произошло значительное снижение стоимости электрических батарей, которые являются наиболее дорогостоящим элементом электромобиля. Уже сейчас ведущие производители электромобилей говорят о достигнутом уровне себестоимости батареи в 200 долл./кВтч, и высока вероятность дальнейшего снижения себестоимости. В-третьих, многие автопроизводители ставят амбициозные цели по увеличению производства электромобилей. Так, компания Tesla планирует нарастить выпуск до 500 тысяч электромобилей к 2018 г., благодаря запуску в производство новой модели – Tesla model III, рассчитанной на массового потребителя. Компания Volkswagen заявила о планах продавать 2-3 миллиона электромобилей к 2025 году. Крупнейшие автопроизводители, такие как General Motors, Toyota, Renault-Nissan говорят о своем интересе к развитию электротранспорта.

Данные изменения являются отчасти следствием политики ряда стран, направленной на декарбонизацию транспортного сектора. Во многих странах действуют программы по повышению экономичности автомобилей. Отдельные страны заявляют о желании со временем полностью отказаться от автомобилей с ДВС. Так, Норвегия и Голландия строят планы по полному переходу на электромобили после 2025 г. Германия предлагает ввести запрет на продажу автомобилей с ДВС с 2030 г. Правительство Индии, обеспокоенное проблемами экологии, обсуждает возможность запрета продаж автомобилей с ДВС в 2030 г.

К мерам поддержки развития электротранспорта относятся различные виды субсидирования, освобождение от уплаты налогов, а также определенные привилегии для владельцев электрических транспортных средств. Например, в США при приобретении электромобиля потребитель освобождается от федеральных налогов на сумму до 7500 долларов. В Китае налоговые льготы составляют от 6 до 10 тысяч долларов. Наиболее высокие льготы в Норвегии, где потребитель электромобиля освобождается от налога с продаж в размере 12000 долларов, а также от НДС в размере 25%. Действуют и другие формы льгот. Например, в Китае, электромобили освобождаются от уплаты налога на имущество. Для электромобилей также действует упрощенная процедура

регистрации, что особенно актуально для крупных городов, в которых существуют ограничения на выдачу регистрационных знаков.



Рынок электромобилей демонстрирует впечатляющие темпы роста: объем рынка вырос в 10 раз за последние 5 лет и составил 1,26 миллиона автомобилей в 2015 г. Количество автомобилей, полностью работающих за счет электрической тяги, в 2015 году составило около 700 тысяч.

Только за 2015 г. в мире было продано 550 тысяч электромобилей. Благодаря мерам государственной поддержки доля электромобилей в продажах новых автомобилей достигла 23% в Норвегии и 10% в Голландии. На первом месте по объемам продаж электротранспорта сейчас находится Китай. Во многом это связано с популярностью двухколесного электротранспорта в данной стране.

Электромобили будут становиться все более конкурентоспособными и постепенно займут свою нишу на автомобильном рынке. В базовом сценарии доля электромобилей в мировых продажах новых легковых автомобилей будет составлять около 20% к 2030 г. Это означает, что к 2030 г. на дорогах будет около 90 миллионов электромобилей (6% от мирового автопарка), что позволит снизить потребность в нефти примерно на 2 млн барр./сут. Наибольший рост продаж электромобилей ожидается на рынках США, стран Западной Европы и Китая, где созданы благоприятные условия для распространения электротранспорта.

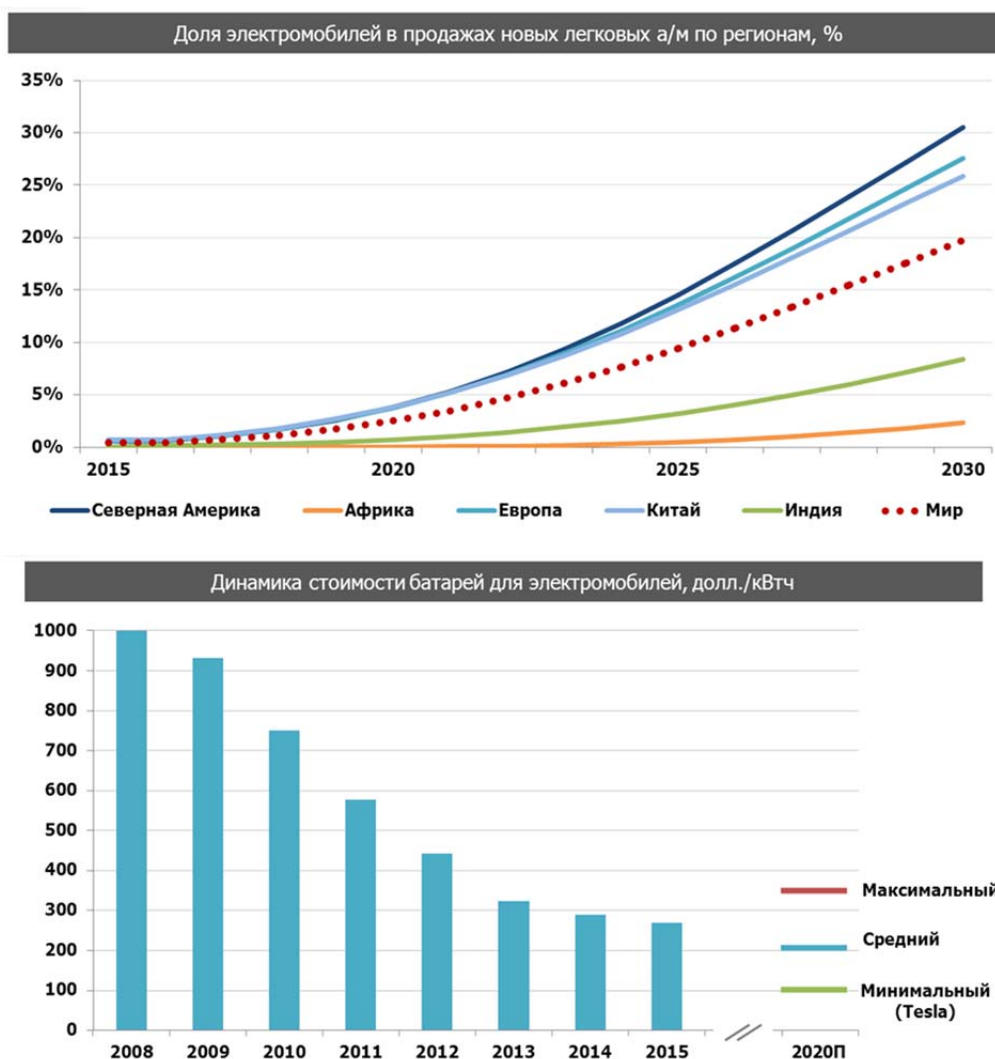
Необходимым условием реализации базового сценария роста продаж электромобилей является дальнейшее снижение стоимости батареи, которая

является наиболее дорогостоящим элементом электромобиля. Однако повышенный спрос на батареи со стороны автопроизводителей может привести к росту цен на сырье для их производства, например лития, кобальта, свинца, никеля и магния, что в свою очередь будет препятствовать снижению себестоимости батарей.

Существующие оценки экспертов говорят, что себестоимость батареи должна сократиться до 100 долл./кВтч, чтобы электромобили могли конкурировать без субсидий с традиционными автомобилями. В противном случае размеры субсидий вырастут многократно и лягут тяжелым бременем на бюджеты стран, в которых будут действовать программы поддержки. Если оценивать средний размер субсидии на приобретение электромобиля в 10 тысяч долларов, при росте парка электромобилей с 1 миллиона до 100 миллионов объем субсидий возрастет с 10 миллиардов долларов до 1 триллиона долларов. При этом доходы от акцизов на топливо будут сокращаться. Поэтому снижение себестоимости производства электромобилей является необходимым условием для их массового распространения.

Учитывая небольшое количество электромобилей в мире (около 1% парка по состоянию на 2015 г.), для массового распространения электромобилей потребуется время. Невозможно за несколько лет заместить 1 миллиард автомобилей с ДВС электромобилями. По подсчетам Международного энергетического агентства, для того, чтобы удержать глобальное повышение температуры в пределах 2°C требуется, чтобы к 2030 г. на дорогах было около 150 миллионов электромобилей.

Даже в случае реализации данного сверхоптимистичного сценария, предполагающего увеличение парка электромобилей в 150 раз, доля электромобилей в мировом автопарке не превысит 10%, а влияние на мировой спрос на нефть составит около 3 млн барр./сут.



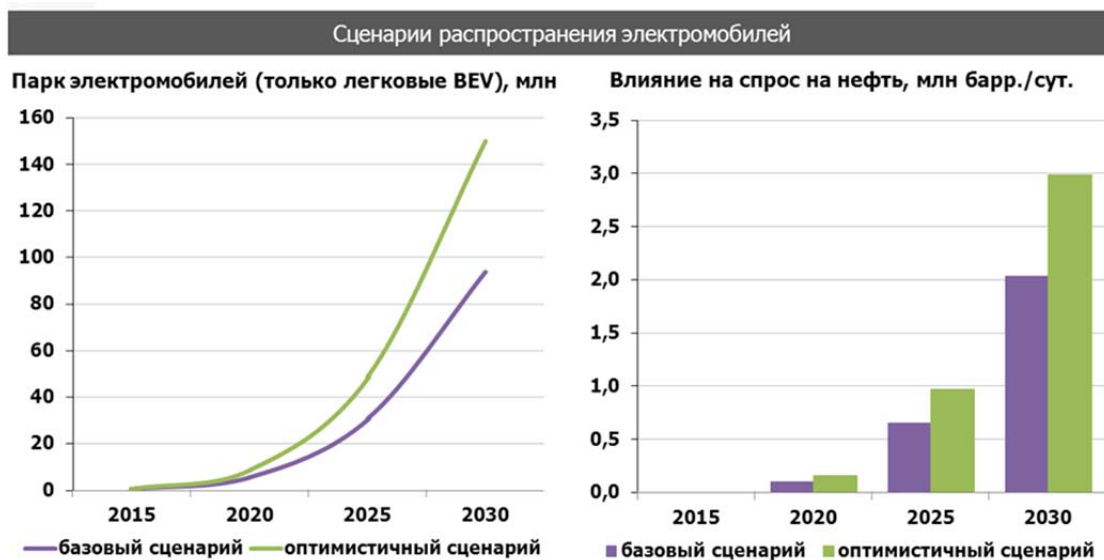
Распространение электромобилей в секторе грузовых перевозок будет происходить медленнее, чем в легковом транспорте. Для грузового транспорта требуются более мощные батареи, чем для легкового. Это означает, что стоимость батарей для грузовиков будет выше, чем для легковых автомобилей. Кроме того, мощные батареи будут занимать дополнительное место, которое можно было бы использовать для перевозки грузов. Возможно, по этим причинам сейчас на рынке нет полностью электрических крупнотоннажных грузовых автомобилей. Однако существуют опытные образцы. Кроме того, на рынке уже присутствуют электрические автобусы, количество которых в Китае в 2015 г. достигло 170 тысяч единиц.

Следует также отметить тенденцию по электрификации двухколесного транспорта, особенно актуальную в азиатских странах. Китай является мировым лидером по количеству электрических двухколесных транспортных средств на дорогах. Данная ситуация связана с запретом использования

традиционных мотоциклов и скутеров в крупных городах. В 16 городах использование традиционного двухколесного транспорта запрещено частично, а в 13 – полностью. По состоянию на 2015 г. парк электрических 2-х и 3-х колесных транспортных средств в Китае оценивался в 200-230 миллионов единиц, большая часть из которых – велосипеды с электроприводом.

Существенным потенциалом по распространению электрического двухколесного транспорта обладает Индия, где традиционно мотоциклы и мопеды пользуются большой популярностью. Правительство Индии планирует увеличить парк электрического транспорта, включая двухколесный, до 6-7 миллионов единиц к 2020 г. Скорее всего, рост продаж электрического транспорта в Индии в ближайшие годы будет происходить в основном за счет двухколесных транспортных средств.

Таким образом, электромобили вряд ли смогут существенно ограничить мировое потребление нефти в ближайшие 10-15 лет, тем более привести к его падению. На наш взгляд, электромобили в перспективе до 2030 г. – не угроза нефтяному рынку, а необходимое условие для его устойчивого развития, поскольку они будут способствовать повышению топливной эффективности и, тем самым, сдерживать рост цен на нефть.



Рынок лития

Высокая стоимость электромобиля – один из главных барьеров на пути массового распространения данного вида транспорта. Наиболее дорогостоящим компонентом электромобиля является батарея. Самым популярным видом батарей в автомобильной промышленности в настоящий момент являются литий-ионные батареи. Своей популярностью литий-ионные батареи обязаны

ряду отличительных особенностей, среди которых высокая электроемкость, небольшой вес, малое время зарядки, большое количество циклов зарядки, длительное время разряда. К недостаткам литий-ионных аккумуляторов относят их чувствительность к низким и высоким температурам, а также сложности с утилизацией таких батарей.

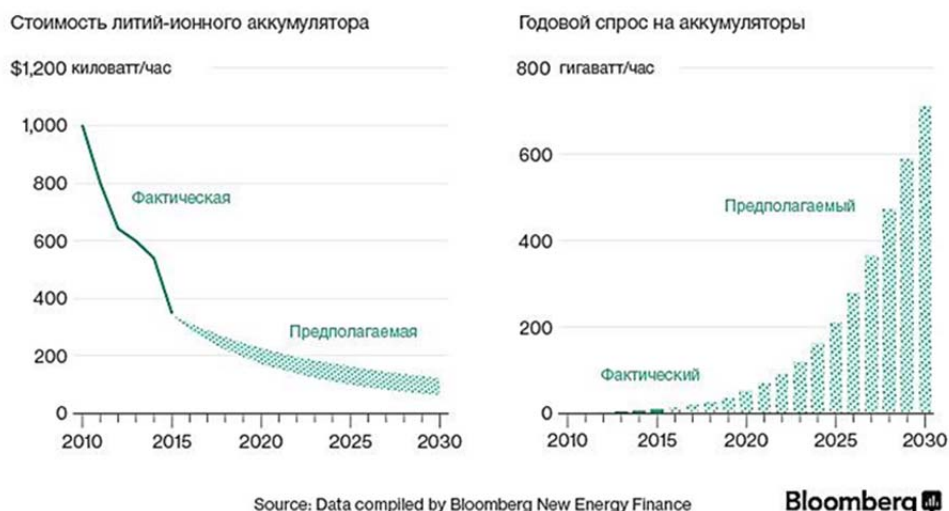
Продукты лития, такие как карбонат лития и гидроксид лития, являются важными компонентами литий-ионной батареи. Литий наряду с другими металлами входит в состав катода батареи. Увеличение объемов производства электромобилей привело к резкому росту цен на литий и его производные. За период с 2014 г. цены на карбонат лития выросли в 4 раза. В среднесрочной перспективе ожидается дальнейший рост спроса на литий. По оценкам Wood Mackenzie мировое потребление лития к 2030 г. вырастет в три раза. Высока вероятность того, что предложение лития не сможет расти такими же темпами.

Многие проекты по добыче лития находятся на ранней стадии разработки. Учитывая сроки, необходимые на получение лицензии, обеспечение финансирования и строительство, по оценкам экспертов потребуется более 10 лет, чтобы удвоить предложения лития на рынке. Поэтому можно ожидать, что на рынке будет наблюдаться устойчивый дефицит и тенденция к росту цен на литий будет сохраняться.

Однако доля лития в себестоимости батареи при текущих ценах оценивается в 2-3%. Поэтому рост цен на литий вряд ли окажет существенное влияние на стоимость батарей. Тем более, что некоторые автопроизводители, такие как Tesla, заключили долгосрочные контракты на поставку лития с фиксированными ценами. Более существенный вклад в стоимость батареи вносят никель и кобальт, чья совокупная доля в структуре стоимости катода составляет более половины. Рост цен на эти металлы может оказать сильное влияние на стоимость батарей.

Все дело в аккумуляторах

Аккумуляторы составляют треть стоимости электромобиля.
С падением цены на аккумуляторы, спрос на электромобили будет расти



Экологические аспекты электротранспорта

Рост популярности электротранспорта во многом связан с тем, что электромобиль часто воспринимается многими как экологически чистый вид транспорта, способный существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Однако в действительности это не совсем так. Во-первых, источники электроэнергии для электромобиля могут быть не совсем «чистыми», например, уголь. В этом случае экологические последствия от распространения электромобилей будут отрицательными. Во-вторых, литий и прочие компоненты батарей способны оказать значительное негативное воздействие на окружающую среду. В-третьих, влияние электромагнитного излучения от батареи электромобиля на организм человека до конца не изучено.

Литий относится к классу высокоопасных веществ. Попадание лития в землю, воду или атмосферу может нанести существенный вред окружающей среде и здоровью человека. Согласно требованиям российских ГОСТ литий относится ко 2-му классу опасности. Это означает, что предельная допустимая концентрация лития в атмосфере не должна превышать 1 мг на куб. метр, а период восстановления окружающей среды составляет не менее 30 лет после полного устранения вредного воздействия лития. Негативное воздействие лития на экологию может происходить как при добыче литиевого сырья, так и в процессе утилизации литий-ионных батарей. В отсутствие должного контроля

рост производства литий-ионных батарей существенно увеличит нагрузку на окружающую среду.

Современные технологии переработки позволяют восстановить до 50% материалов, используемых в производстве батарей. Тем не менее, литий-ионные батареи часто сжигают или выбрасывают на свалку, поскольку существующие платы за выбросы, как правило, низкие.

Научно доказано, что сильные электромагнитные поля оказывают негативное воздействие на организм человека. В ходе международных исследований было выяснено, что машинисты электропоездов болеют чаще, чем среднестатистические железнодорожники. Влияние электромагнитного излучения на организм человека при эксплуатации автомобиля до конца не изучено. Потребуется время и проведение исследований для того, чтобы оценить, насколько безопасны автомобили для здоровья человека.

Потенциал снижения расхода топлива автомобилями с ДВС

Энергетические потери в автомобиле с двигателем внутреннего сгорания оцениваются в 80%. Однако существующие технологии позволяют значительно улучшить данный показатель, и, следовательно, сократить расход топлива автомобилем. Расход топлива автомобилем с ДВС может быть снижен на 50-70% за счет применения современных технологий. Причем в отличие от электромобилей этот потенциал может быть реализован за счет технологий, которые уже получили широкое распространение на рынке.

Наибольшим потенциалом по повышению топливной эффективности среди основных элементов конструкции автомобиля обладает двигатель внутреннего сгорания. До 30% топливной экономии может быть достигнуто при комплексном совершенствовании ДВС. Один из возможных методов – внедрение многостадийного впрыска топлива для обеспечения более полного сгорания топливно-воздушной смеси. Другим перспективным направлением совершенствования конструкции ДВС является, получившая в последнее время широкое распространение, технология турбонаддува, которая позволяет достичь оптимального соотношения между топливом и воздухом в двигателе.

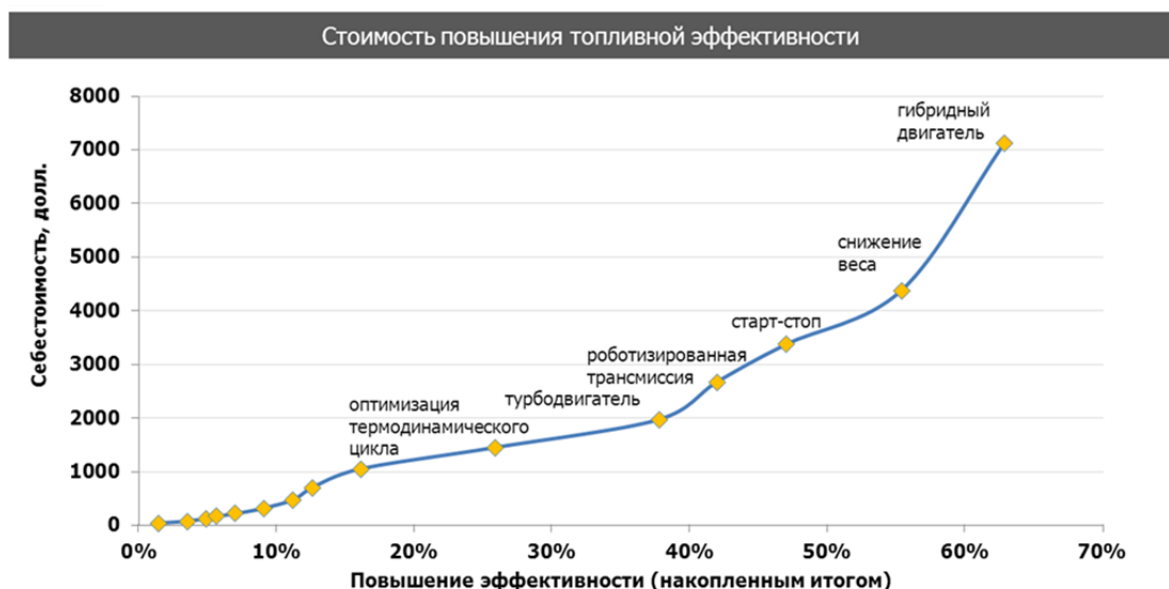
Большие надежды с точки зрения повышения топливной эффективности возлагаются на гибридные технологии, применение которых характеризуется установкой в автомобиль электромотора и дополнительной аккумуляторной батареи. Принято разделять «чистые» гибриды (Hybrid Electric Vehicle – HEV), которые имеют возможность подзаряжать аккумуляторы только за счет

рекуперативного торможения автомобиля, и подключаемые гибриды (Plug-in Hybrid Electric Vehicle – PHEV) – они могут пополнять запас электроэнергии от зарядных станций. Внедрение технологий гибридизации позволит сократить расход топлива дополнительно на 25% для чистых гибридов (HEV) и на 30%-50% для подключаемых гибридов (PHEV).

Дополнительного снижения расхода топлива можно достичь за счет облегчения кузова автомобиля, использования роботизированной трансмиссии и технологичных шин. Так, расширение применения в конструкции кузова автомобиля алюминия и композитных материалов позволяет снизить расход топлива примерно на 10-15%. Применение роботизированной трансмиссии снижает механические потери и приводит к сокращению расхода топлива до 7%. Совершенствование рецептуры изготовления автомобильных шин и оптимизация рисунка протектора позволяют сэкономить до 5% топлива.

Чем более экономичный автомобиль, тем выше его стоимость при сопоставимых характеристиках. Поэтому целесообразность покупки экономичного автомобиля сильно зависит от цен на топливо. Если премия за более экономичный автомобиль меньше стоимости сэкономленного топлива за период владения автомобилем, то такая покупка будет выгодной для потребителя. Государство может создавать дополнительные стимулы для повышения привлекательности приобретения более экономичных автомобилей, например, путем повышения акцизов на топливо.

Принимая во внимание существующие технологии повышения топливной эффективности и их себестоимость, мы предполагаем, что средний расход топлива новым легковым автомобилем с ДВС к 2030 г. снизится на 27% по сравнению с уровнем 2015 г.

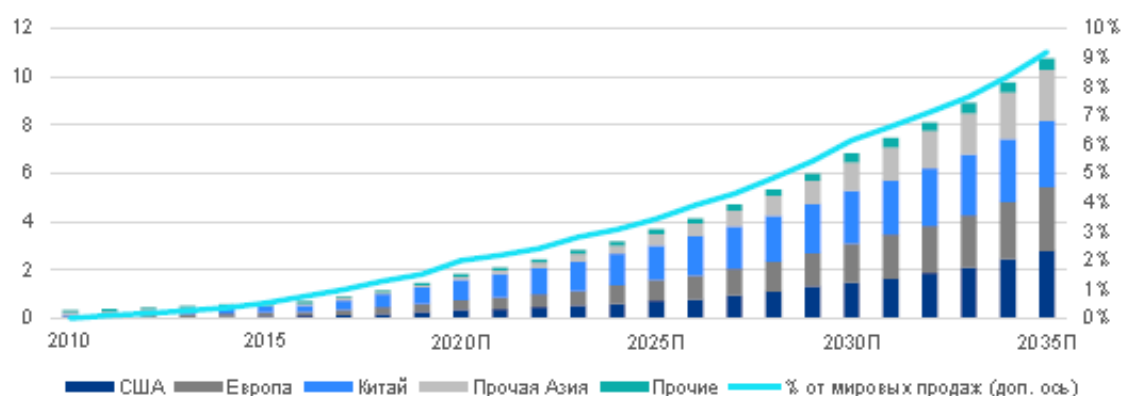


Аналитики прогнозируют значительный рост доли автомобилей на электрической тяге, до 9% от мировых продаж автомобилей в 2035 г. Такой эффект станет возможным благодаря субсидиям со стороны государств и значительному снижению стоимости аккумуляторной батареи за счет совершенствования технологий производства, удешевления материалов и эффекта масштаба. В перспективе до 2040 г. электромобили не будут оказывать значительного эффекта на потребление нефтепродуктов, поскольку традиционные авто с двигателями внутреннего сгорания сохраняют свое доминирующее положение на рынке.

В настоящее время электромобили используют электроэнергию, выработанную преимущественно на электростанциях, работающих на горючих видах топлива. Таким образом, при использовании электромобилей причиняет такой же или больший вред окружающей среде, как при использовании ДВС.

Например, в Сингапуре владельцу Тесла был выписан штраф 11 тыс. долл. США за то, что количество углекислого газа, выработанного в процессе получения энергии, необходимой для зарядки аккумулятора превышает норму вредных выбросов.

График 4.1. Прогноз продаж электромобилей в мире, млн штук



Основным вопросом в секторе электромобилей является стоимость и мощность аккумулятора. На данный момент, стоимость аккумуляторной батареи

все ее крайне высока, что позволяет увеличивать численность электрокаров в основном за счет налоговых и других субсидий.

По прогнозам аналитиков, стоимость аккумуляторной батареи может быть снижена до 250 долл./кВт*ч за счет эффекта масштаба производства батарей (-100 долл./кВт*ч), снижения стоимости используемых материалов при производстве (-71 долл./кВт*ч), а также появления новых технологий производства накопителей, которые сделают его более эффективным и экономичным (-39 долл./кВт*ч).

График 4.2. Факторы снижения стоимости аккумуляторной батареи, долл./кВт*ч



Многие страны, которые уделяют серьезное внимание вопросам экологии, предоставляют значительные налоговые льготы и другие субсидии для роста доли автомобилей на электротяге и достижения амбиционных целей:

США – Инвестиции в инфраструктуру и НИОКР в области развития электромобилей составляют более 27 трлн. долларов, кроме того существуют значительные налоговые льготы и компенсация при покупке электромобиля

Китай – Для снижения экологических проблем государство субсидирует покупку электрокаров на 9,8 тыс. долл. и электробасов на 81,6 тыс. долл.

Германия – Обсуждается ограничение въезда в города новых автомобилей с дизельными двигателями ниже стандарта Евро-6 для поддержки электромобилей

Норвегия – В парламенте обсуждается запрет продажи автомобилей с дизельными и бензиновыми двигателями с 2025 года

Нидерланды – В парламенте обсуждается запрет продажи автомобилей с дизельными и бензиновыми двигателями с 2025 года

Индия – Правительство Индии планирует полный переход на электромобили к 2030 году

Политика в области повышения топливной эффективности

Тенденция по повышению топливной эффективности будет продолжать оказывать значительное воздействие на спрос на нефть. В отсутствие повышения топливной эффективности рост потребления нефти дорожным транспортом мог бы составить 20 млн барр./сут. к 2030 г.



Многие страны проводят политику, направленную на повышение эффективности использования топлива автомобилями. Например, в США действует программа CAFE (Corporate Average Fuel Economy), предписывающая автопроизводителям определенный нормативный уровень расхода топлива в среднем по модельному ряду. Действующий стандарт CAFE предполагает снижение среднего расхода топлива новым автомобилем до 4,2 л/100км к 2025 г. Программы по повышению топливной эффективности действуют и в развивающихся странах. Так, Китай планирует снизить средний расход топлива новым автомобилем на 29% к 2020 г., а Индия на 14% к 2022 г. По оценкам Global Fuel Economy Initiative (GFEI), необходимо снизить расход топлива новым автомобилем в среднем по миру до 4,4 л/100 км к 2030 г., чтобы ограничить глобальное потепление в пределах 2°C.

Высока вероятность того, что заявленные цели по повышению эффективности использования топлива не будут достигнуты, поскольку установленные нормативы и требования зачастую выполняются формально, т.к. автопроизводители намеренно занижают паспортные данные о расходе топлива. Ярким свидетельством этого факта являются резонансные скандалы с такими крупными автопроизводителями как Volkswagen и Mitsubishi. По оценкам the

International Council on Clean Transportation (ICCT), в 2014 г. среднее расхождение между заявленным автопроизводителем и фактическим расходом топлива достигло 37% для легкового автомобиля. Одна из основных причин разрыва заключается в отличии европейского ездового цикла (New European Driving Cycle – NEDC) от условий реальной эксплуатации автомобиля. В европейском цикле очень плавные разгоны. Ритм современного автомобильного движения гораздо агрессивнее. В среднесрочной перспективе не исключено изменение процедуры измерения расхода топлива для приближения к реальным условиям.

Прогнозы среднего расхода топлива легковыми автомобилями

Средний расход топлива для мирового автопарка в перспективе будет зависеть от двух основных факторов: среднего расхода новых автомобилей и темпов роста продаж новых автомобилей. Базовый сценарий предполагает снижение удельного расхода топлива легковым автомобилем с ДВС на 27% к 2030 г. Это означает, что новый легковой автомобиль с ДВС в 2030 г. будет потреблять в среднем около 6 л./100 км в смешанном цикле движения. Если учесть рост продаж электромобилей, то средний расход топлива для новых легковых автомобилей к 2030 г. составит 4,7 л./100 км. При этом повышение топливной эффективности автомобилей с ДВС будет вносить больший вклад в экономию топлива в перспективе до 2030 г., чем распространение электромобилей.

Появление на рынке самоуправляемых автомобилей способно дополнительно повысить экономичность новых автомобилей. По данным исследований, средний расход топлива в автопилотируемом автомобиле может быть снижен на 15% за счет выбора оптимального режима движения. Коммерциализация самоуправляемых автомобилей ожидается не ранее 2020 г., поэтому эффект от внедрения автопилотов можно ожидать не ранее 2030 г. Следовательно данный фактор не окажет существенного влияния на прогноз мирового спроса на нефть на рассматриваемом горизонте прогнозирования.

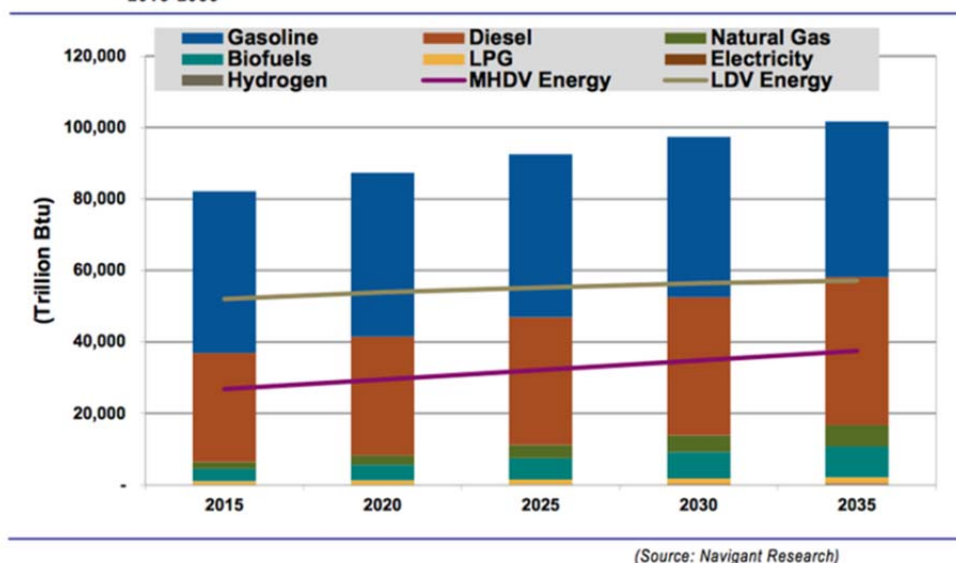
Объем потребления топлива в дорожном транспорте зависит не только от расхода топлива, но и от пробегов автомобилей. В перспективе динамика пробегов легковых автомобилей будет определяться несколькими разнонаправленными тенденциями. С одной стороны, с ростом доходов населения, как правило, растут средние пробеги, поскольку автолюбители начинают совершать больше поездок. Улучшение экономичности автомобиля также приводит к росту пробегов. С другой стороны, такие тенденции, как

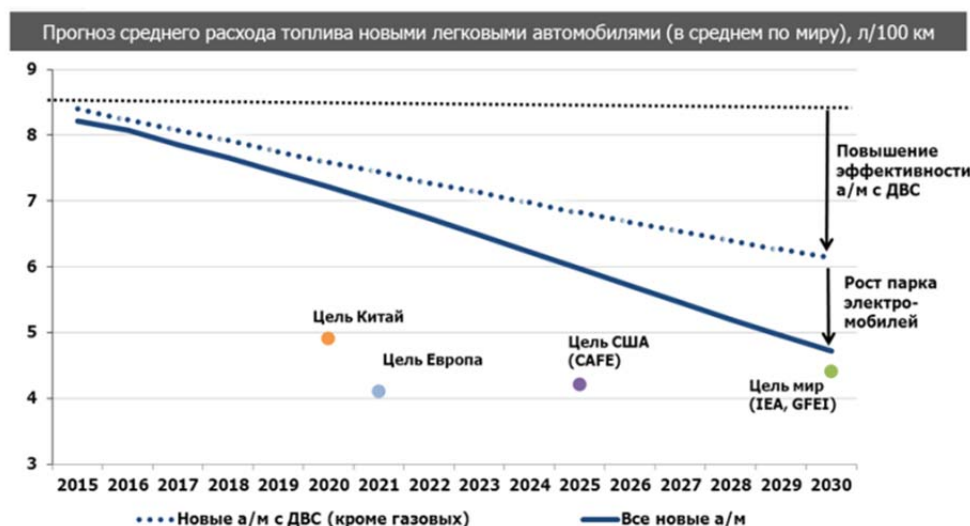
старение населения и рост популярности удаленной работы, будут негативно влиять на спрос на мобильность, способствуя сокращению пробегов.

Актуальной тенденцией последних лет стало активное развитие сервисов совместного использования автомобилей или каршеринга. Распространение транспортных сервисов, типа Uber и Gett, а также каршеринговых схем происходит стремительными темпами. Однако их влияние на средние пробеги вряд ли будет существенным, поскольку они не приводят к значительному сокращению количества автомобильных поездок. Более того, подобные сервисы могут привлечь определенное число постоянных пользователей общественного транспорта.

Принимая во внимание перечисленные тенденции, в базовом сценарии предполагается, что средние пробеги легковых автомобилей будут оставаться практически неизменными до 2030 г., демонстрируя при этом небольшое снижение.

Chart 1.1 Annual Road Transportation Sector Energy Consumption by Fuel Type, World Markets: 2015-2035





2.4. Диффузия технологий

Технологическая глобализация как тенденция энергетического развития подразумевает процесс усиления конкуренции и рост востребованности новых энергетических технологий,³⁰ в основе которого лежит расширение их глобального трансферта.³¹ Этот процесс во многом будет обеспечивать движение в направлении формирования нового энергетического уклада в мире, который заключается в трансформации рынка энергетического сырья в рынок энергетических услуг и технологий.

Фактически, существуют две объективные предпосылки для дальнейшего усиления технологической глобализации в энергетике: стремительный рост спроса на энергетические ресурсы со стороны развивающихся стран, происходящий на фоне относительно быстрого индустриального роста их экономик, возрастающего уровня жизни и урбанизации (на сегодняшний день, прежде всего, Китай, в более отдаленной перспективе Индия); концентрация технологий и значительное научно-техническое превосходство развитых стран в сфере энергетики над остальными государствами.

Складывается ситуация, при которой развитые страны располагают самыми передовыми технологиями добычи, переработки и конечного потребления энергоресурсов, в том числе нетрадиционных и возобновляемых, в то время как

³⁰Энергетические технологии рассматриваются в широком смысле: как технологии добычи ископаемых видов топлива (добычи нетрадиционных нефти и газа, глубоководной добычи и др.), технологии альтернативной энергетики (ветроэнергетика, гелиоэнергетика и др.), так и технологии конечного потребления (по направлениям моторизации, электрификации и др.).

³¹ Трансферт - движение технологии с использованием каких-либо информационных каналов от одного ее индивидуального или коллективного носителя к другому (по Д.В. Гибсону).

развивающиеся страны, в которых сосредоточена большая и лучшая часть их мировых запасов, значительно ограничены отсутствием у них соответствующих технологий. При этом экономическое развитие в развивающихся странах порождает аппетит на энергию, который можно удовлетворить только за счет расширения потребления всех видов топлива, в том числе альтернативных. Для многих развивающихся стран императивом в будущем будет являться диверсификация своего энергобаланса и использования новых технологий в области конечного потребления энергии. Это будет способствовать возрастанию спроса на новые технологии и, как следствие, усилению тенденции технологической глобализации в энергетике, которая будет заключаться, прежде всего, в трансфере технологий из развитых в развивающиеся страны. Процесс этот будет иметь долгосрочный характер, к 2030 г., вероятнее всего, он позволит несколько сократить технологический разрыв между странами, однако ожидать его полной ликвидации нет оснований. В последние годы мы можем наблюдать достаточно стремительный процесс движения энергетических технологий в сфере добычи нетрадиционных ископаемых ресурсов (в первую очередь, речь идет о сланцевом газе) и развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), осуществляемый США и странами Европы в Китай.

В перспективе именно Китай, Бразилия, Россия и Индия будут выступать как важнейшие источники глобальной диффузии энергетических технологий в другие страны.

За последние 40 лет значительно упростился процесс международных технологических заимствований. Это стало результатом развития глобальных производственных сетей, расширения прямых иностранных инвестиций и превращения развивающихся стран в важный источник научно-технических кадров³². Происходит интернационализация не только производства, но и инновационного процесса.

Развивающиеся страны начинают играть существенную роль как места расположения исследовательских центров, источники квалифицированных кадров и знания³³. «Утечка мозгов» при правильной государственной политике превращается в «оборот мозгов» и при возвращении специалистов на родину позволяет обеспечить подтягивание научного уровня, технологический трансфер,

³² Kerr, William R. 2008. Ethnic Scientific Communities and International Technology Diffusion, *The Review of Economics and Statistics*, 90(3): 518-537.

³³ Kerr, W., 2007. The ethnic composition of US inventors, HBS Working Paper 08-006.

налаживание связей с иностранными партнерами, привлечь инвестиции и выйти на зарубежные рынки.³⁴ Китай, активно развивая сотрудничество со своей научной диаспорой, значительно облегчил технологическую диффузию инноваций.

Транснациональные корпорации все активнее создают в развивающихся странах свои центры НИОКР, которые уже не только выполняют функции адаптации продуктов ТНК для локального рынка, но и выступают как генераторы нового знания и новых продуктов. Наиболее активно создание центров НИОКР идет в Китае. Но до настоящего времени неясно, в какой степени эти центры стимулируют развитие собственной научно-технической и инновационной системы развивающихся стран³⁵, а в какой – остаются изолированными анклавами, скорее «высасывающими» квалифицированные кадры³⁶.

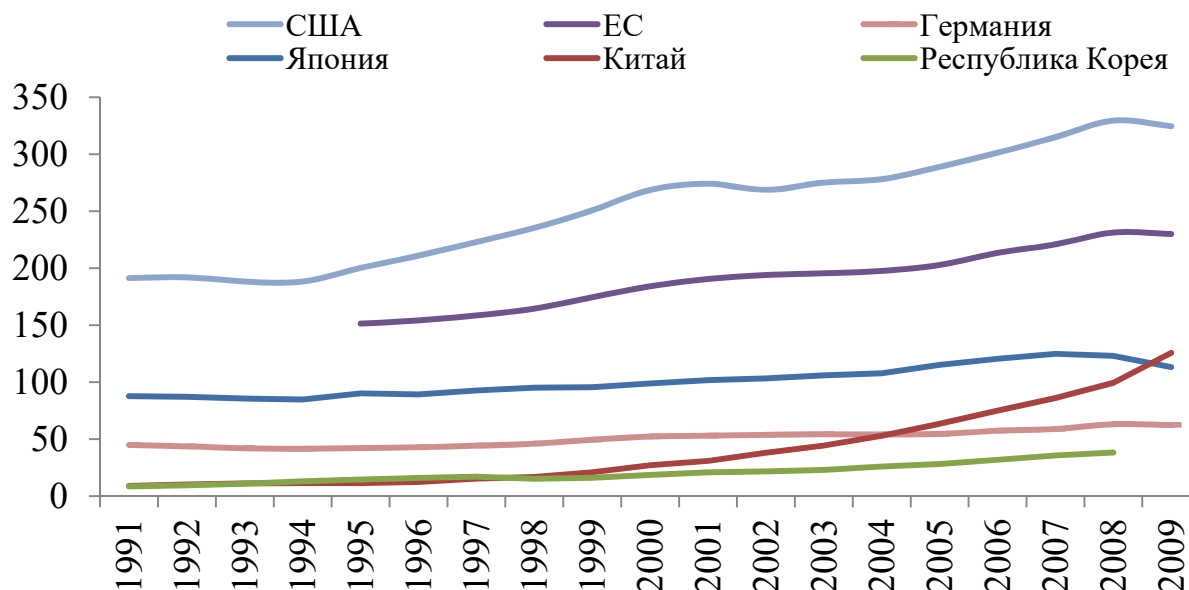
К настоящему времени назрели качественные изменения в мировом технологическом пространстве в направлении сближения уровня технологий и облегчения распространения знаний. По абсолютным (рис. 1) и относительным вложениям в НИОКР развивающиеся страны начали быстро догонять развитые. К настоящему времени Китай вышел на четвертое место в мире (2010 г.) по числу международных патентов со среднегодовым темпом роста за 2000-е гг. 35%. При продолжении этих тенденций он может догнать США и выйти на первое место в мире уже к 2015 году. Вероятно, это произойдет несколько позже в силу естественного торможения после старта с низкого начального уровня. Вместе с тем, рост числа патентов в Китае отчасти является следствием не технического прогресса как такового, а системы льгот для корпораций при регистрации патентов, и это тормозит их применение. В развитых странах (США, ЕС, Япония) число патентов во второй половине 2000-х гг. падало. Кроме Китая, значимый рост числа патентов показывает Республика Корея, Тайвань, Индия, некоторые страны Юго-Восточной Азии. Вместе с тем, по показателям интенсивности патентной деятельности на душу населения развивающиеся страны по-прежнему очень сильно отстают.

³⁴ John Gibson & David McKenzie, 2011. "[Eight Questions about Brain Drain](#)," [Journal of Economic Perspectives](#), American Economic Association, vol. 25(3), pages 107-28, Summer.

Fridric Docquier & Hillel Rapoport, 2012. "[Globalization, Brain Drain, and Development](#)," [Journal of Economic Literature](#), American Economic Association, vol. 50(3), pages 681-730, September.

³⁵ Hale G., Long C. What Determines Technological Spillovers of Foreign Direct Investment: Evidence from China. Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper, 2006.

³⁶ Chen H., Swenson D.L. Multinational Firms and New Chinese Export Transactions. Mimeo, 2006.



Источник: Science and Engineering Indicators 2012.

Рис. 1. Динамика затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, млрд долл. (постоянные цены 2000 г. по ППС)

Аналогичные сдвиги в пользу развивающихся стран происходят и в сугубо научной области. По числу научных публикаций, исследователей, вложениям в НИОКР развивающиеся страны показывают высокие темпы роста, хотя он крайне неравномерен по странам, а показатели на душу населения по-прежнему намного ниже развитых стран. Особенно впечатляющий результат показал Китай, а также страны Восточной и Юго-Восточной Азии, Индия.

Наконец, в создании инновационных продуктов развивающиеся страны также добились значительного прогресса. Хотя по технологическому уровню промышленности в целом они по-прежнему отстают, в отдельных технологических областях они добились серьезных успехов на мировых рынках³⁷. Республика Корея, Тайвань, Сингапур уже вышли на современный технологический уровень, значительного прогресса добился Китай. Развивающиеся страны вышли на такие сложные рынки, как авиастроение, промышленная электроника, суперкомпьютеры, сложные системы связи, промышленное оборудование и станки. Китай и Индия добились крупных успехов в развитии информационно-коммуникационных технологий, биотехнологий, нанотехнологий.

³⁷ Hsieh, Chang-Tai, and Peter J. Klenow. 2007. Misallocation and Manufacturing TFP in China and India..NBER Working Paper No. 13290.

Китай применяет целый комплекс политических мер, чтобы ускорить трансфер технологий. Эти меры включают требования по созданию совместных предприятий, по закупкам комплектующих, по передаче интеллектуальной собственности. Созданные специальные зоны технологического трансфера вносят существенный вклад в усложнение экспорта Китая. Но рост экспорта осуществлялся в первую очередь за счет процессинговой торговли (она составляет 54% экспорта Китая), поэтому экспорт добавленной стоимости рос медленнее валового экспорта. Как отмечалось выше, Китай имеет минимальные показатели в мире по доле национальной добавленной стоимости в экспорте. На предприятия с участием иностранного капитала приходится около 60% экспорта Китая. Китайские предприятия (государственные, смешанные и частные) медленно приближаются к ним по объему и качеству экспорта³⁸.

Таким образом, развивающиеся страны по всей технологической цепочке вплотную приблизились к развитым странам. Вместе с тем, этот процесс крайне неравномерен в своем региональном и структурном отношении. В результате опережающего роста вложений в НИОКР, числа научных публикаций и патентов, вложений в образование страны Восточной и Юго-Восточной Азии, а также Индия превратились в значимый фактор технологического развития. Но страны Латинской Америки, Ближнего Востока и Африки, по-прежнему, являются почти исключительно реципиентами, а не генераторами технологий, причем и процессы технологического заимствования идут с большим трудом.

Более того, даже для успешных развивающихся стран характерны дисбалансы между развитием различных научных направлений, а также между стадиями инновационного процесса. Доминируют дополнительные инновации, а также заимствования, но не прорывные инновации. Таким образом, процессы технологической глобализации уже изменили ситуацию в мировой системе, но процесс этот весьма далек от завершения.

В перспективе следует ожидать продолжения технологической глобализации. Технологическая дистанция между развитыми и развивающимися странами будет снижаться, но при этом сохранится высокая технологическая дистанция между отраслями, регионами и фирмами в пределах развивающихся

³⁸ Blonigen B., Ma A.C. Please Pass the Catch-Up: The Relative Performance of Chinese and Foreign Firms in Chinese Exports. / Feenstra R., Wei S.J., Eds., China's Growing Role in World Trade, Chicago: NBER and University of Chicago Press, 2010.
Amiti M., and Freund C. An Anatomy of China's Export Growth. / Feenstra R., Wei S-J., Eds., China's Growing Role in World Trade, Chicago : NBER and University of Chicago Press, 2010.

стран – технологическая граница сместится с мирового уровня на национальный или региональный. Развивающиеся страны станут важными игроками в большинстве ключевых технологических направлений за счет анклавов технологического развития, даже при отставании по среднему уровню (для них диффузия технологий в пределах страны и «консолидация» технологического уровня станет принципиальной проблемой). Глобализация научного знания по мере роста доли развивающихся стран в численности научно-технических кадров и затратах на НИОКР продолжится. Вместе с тем, продолжатся усилия по выстраиванию барьеров на пути технологической диффузии, в первую очередь через систему прав на интеллектуальную собственность, и с этим будут связаны важные конфликты. Развивающиеся страны будут постепенно переходить от заимствований к собственным инновациям, а среди инноваций – от дополнительных к прорывным. Технологическая глобализация одновременно создаст вызовы и возможности для развитых стран – с одной стороны, лишит их существенной части конкурентных преимуществ, с другой стороны, откроет новые возможности в результате роста новых рынков и возможностей специализации.

3. Тенденции развития энергетических рынков

Топливо-энергетический комплекс является инфраструктурной основой развития мировой экономики. Производимые им товары и оказываемые услуги отличаются высоким уровнем общественной значимости и практически не имеют заменителей. Функционирование энергетических рынков направлено на обеспечение оптимизации качества и эффективности использования всех видов ресурсов (топливных, технических, управленческих, информационных и др.) и энергетических активов. В современном и будущем обществе энергия рассматривается как источник (инструмент или средство), обеспечивающий получение человеком и обществом определенных потребительских ценностей (жизненных благ, уровня комфорта и т.п.), формируя необходимый для этого индивидуальный набор продуктов (услуг) отрасли для их удовлетворения. Определяя для себя с учетом компромисса потребностей и возможностей такой набор, уровень и характеристики этих ценностей, потребитель (покупатель) не должен сталкиваться с ограничениями со стороны возможностей функционирования энергетики, выбирая, где ему жить, какими приборами и услугами и уровня сервиса пользоваться, осуществлять свою деятельность и т.п.

Удовлетворение потребности в энергии должно осуществляться при одновременном существенном снижении давления на окружающую среду и ресурсный потенциал планеты.

3.1. Ресурсные возможности и ограничения

Все отрасли энергетики на современном технологическом уровне сталкиваются с определенными ресурсными проблемами. Технологический фактор является решающим для преодоления этих трудностей, особенно в возобновляемой энергетике. Неоиндустриальное развитие делает рентабельной разработку новых видов нетрадиционных углеводородов, развитие более сложных и адаптивных энергетических систем, использование возобновляемых источников энергии, повторное использование ресурсов. Таким образом, в перспективе ограничения со стороны предложения будут размываться.

Мировая нефтяная и газовая промышленность надежно обеспечены доказанными запасами до 2035 г. с перспективой продления этого срока до 2065 г. Извлекаемые ресурсы обеспечивают возможность значительного роста добычи природного газа в перспективе 50-60 лет, а для нефти – выхода на длительное плато. Положение с запасами и ресурсами нефти является существенно более напряженным, чем для природного газа. Переход к добыче неконвенциональных видов нефти приведет к существенному росту издержек, в то время как для природного газа рост будет более медленным, а в некоторых случаях издержки могут даже снижаться. Между тем, для мировой нефтяной промышленности переход к неконвенциональным запасам является более близкой и острой проблемой. Следовательно, для мировой нефтегазовой промышленности действительно актуальной является не проблема физической нехватки ресурсов, а проблема роста издержек на их добычу из-за истощения легкоизвлекаемых и удобно расположенных запасов. Этот фактор будет усиливать напряженность в отрасли и стимулировать развитие других видов энергетики. Угольная отрасль не сталкивается с ресурсной проблемой.

Несмотря на перспективы опережающего роста спроса и предложения газа по сравнению с другими видами ископаемых топлив, рост его относительной доли в ТЭБ будет ограниченным. Существует целый ряд значимых препятствий:

-  высокая концентрация традиционных запасов в ограниченном числе стран и политическая напряженность в регионах добычи, а также между странами-производителями и странами-потребителями;
-  достаточно высокие экономические и экологические издержки нетрадиционных видов природного газа;
-  достаточно значительные затраты на транспортировку природного газа, как морским транспортом, так и трубопроводами, определяющими низкий уровень интеграции рынка и общий высокий уровень цен;
-  технологические и ценовые ограничения при использовании природного газа на транспорте. Таким образом, хотя доля природного газа в мировом ТЭБ будет расти, не следует ожидать периода его доминирования в мировой энергетике по аналогии с ролью угля и нефти в прошлом.

В атомной энергетике перспективы использования ресурсного потенциала решающим образом зависят от создания реакторов на быстрых нейтронах, позволяющих использовать уран-238. Такой переход позволит использовать 99% природных ресурсов урана и радикально поднять обеспеченность запасами с современного достаточно низкого уровня, но пока сталкивается со значительными техническими сложностями.

Угольная отрасль, в отличие от нефтяной и газовой, практически не испытывает ресурсных проблем, но сталкивается с рядом технологических и экологических ограничений и рисков. Специфика угольной отрасли, по сравнению с нефтяной и газовой, состоит в высокой степени совпадения географического распределении запасов, добычи и потребления угля. Слабый территориальный разрыв между добычей и потреблением делает уголь приоритетным видом органического топлива для самообеспечения крупнейших экономик мира – США, ЕС, Китая, Индии. Особое значение имеет наличие больших запасов угля в Китае и Индии при быстром росте спроса на энергию, слабых экологических ограничениях, малых собственных запасах нефти и природного газа, потребности в дешевом топливе. С другой стороны, экологические последствия сжигания угля уже в 1970-х годах заставили ограничить развитие отрасли в Западной Европе. Угроза изменения климата также заставила пересмотреть отношение к угольной энергетике.

Энергетический потенциал большинства основных видов возобновляемых источников энергии (гидроэнергия, энергия биомассы, солнечная энергия, ветровая энергия, геотермальная энергия, энергия океана) в масштабах планеты и территорий стран во много раз превышает современный уровень энергопотребления. Это дает основание рассматривать такие ресурсы как потенциальный источник производства энергии, при исчерпании традиционных энергоносителей.

Серьезным препятствием к широкому распространению нетрадиционных преобразователей возобновляемой энергии является их временная нестабильность. В особенности эти недостатки проявляются в процессе практического применения ветроэнергетических установок находящихся в неуправляемой зависимости от природных факторов (сезона, времени суток, погодных условий), вследствие чего производство электроэнергии нестабильно во времени.

Энергия солнца также обладает нерегулярность временного изменения, что сказывается работе фотоэлектрических установок по преобразованию световой энергии в электрическую и гелиотермальных систем, преобразующих инфракрасную составляющую солнечного излучения в тепло и затем в электричество. Глобальное освоение фотоэлектрических установок испытывает трудности из-за относительно больших капитальных затрат на их создание и высокой себестоимости производимой электроэнергии. Тем не менее; в промышленных масштабах такие энергосистемы используются в ряде стран Европы и Азии (Испания, Япония). Гелиотермальные станции получили распространение в Северной Америке (США) и на Европейском континенте (Испания, Италия).

Использование геотермальной энергии ограничивается пространственной неоднородностью в распределении энергоресурсов подземных источников тепла в небольшом числе стран мира. В некоторых из них этот вид возобновляемой энергетики составляет заметную долю в производстве электроэнергии: в Исландии (26% от общего производства), в Коста-Рике и Кении - по 14%, в Никарагуа-11%. В перспективе намечено расширение использования геотермальной энергии и увеличение мощности геотермальных электростанций в США и в некоторых странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

Энергия приливов и морских волн используется незначительно. Приливные электростанции работают только в России, Франции, Норвегии,

Канаде и Китае. В перспективе предусматривается их установка в Великобритании.

Большого внимания заслуживают успехи в производстве и переработке биомассы. Этот вид ВИЭ может широко использоваться как для производства тепловой и электрической энергии, так и жидкого топлива: этанола и биодизельного топлива. Биомассу получают и из разного вида отходов, и из специально выращиваемых на больших площадях сельскохозяйственных культур (на современном этапе, преимущественно, сахарного тростника, кукурузы, соевых бобов). Основными странами, где существенные размеры сельскохозяйственных земель занимают культуры для производства биомассы с целью дальнейшей ее переработки в этанол и биодизельное топливо являются: США, государства Латинской Америки (в первую очередь, Бразилия, а также Аргентина, Перу, Колумбия), некоторые страны ЕС. В США, доля которых в мировом производстве кукурузы составляет около 40%, до четверти ее урожая используется для производства этанола (при этом количество произведенного биотоплива составило лишь 3% объема потребляемого бензина) [6]. В Бразилии 5% сельскохозяйственных земель занято под посевы сахарного тростника для производства этанола. В Перу для производства этанола использовалось до 1/3 сельскохозяйственных площадей, занятых сахарным тростником. Если в США этот вид биотоплива получают из кукурузы, то страна, занимающая третье место в мире после США и Бразилии по его производству Аргентина — использует для этих целей сою. Расширение сельскохозяйственных площадей для производства биотоплива входит в противоречие с задачей значительного увеличения объема производимого в мире продовольствия для голодающих в отсталых странах, в первую очередь, в Африке, Азии и Южной Америке.

3.2. Спрос на энергоресурсы

Долгосрочная динамика мирового спроса на энергоресурсы определяется сочетанием ступеней гиперболического роста и сменой энергетических укладов. Такие факторы, как рост промышленного производства, энергопотребления, наравне с тенденциями к увеличению транспортного сектора оказывают значительное влияние на предпочтения государств при выборе источников обеспечения энергоснабжения и промышленности. На мировой арене ближайшие двадцать лет лидирующими видами топлива будут

нефть и природный газ. При этом выбор развитых стран сильно отразится на доле каждого источника энергии в общем топливном балансе. Изменение климата и ухудшение экологии способствовали резкому скачку развития ВИЭ. При этом страны с ограниченной ресурсной базой и финансовыми возможностями будут поддерживать энергоснабжение за счет угля и нефти. Для недопущения отрицательных эффектов от данных видов топлива будет необходима финансовая и техническая поддержка развитых стран.

Ключевым следствием кризисов индустриальной фазы 1970-х гг. и постиндустриальной фазы 2000-х гг. для энергетики была смена приоритетных источников энергии, хотя динамика ТЭБ в силу инерционности менялась весьма медленно. Так, переход к угольной энергетике от традиционной (древесной) в ходе промышленной революции в европейских странах сопровождался энергетическим кризисом и уничтожением лесов, аналогичные процессы происходили впоследствии в развивающихся странах. Мировой кризис, выразившийся в Первой и Второй мировых войнах, маркирует переход от угольной к нефтяной энергетике. Энергетический кризис 1970-х гг. маркирует переход от нефтяной эры к газовой.

Анализ структуры мирового первичного производства энергии показывает, что для всех видов ТЭР и технологии их использования характерна колоколообразная форма кривой доли в ТЭБ (рис. п1). На этой кривой выделяются стадии: зарождения - медленного роста при очень низких значениях доли; роста с быстрым увеличением доли; стабилизации при высоких значениях доли; спада с быстрым снижением доли; стагнации с медленным снижением сократившейся доли. Такую кривую последовательно прошла биомасса (традиционные формы ее использования), уголь и нефть.

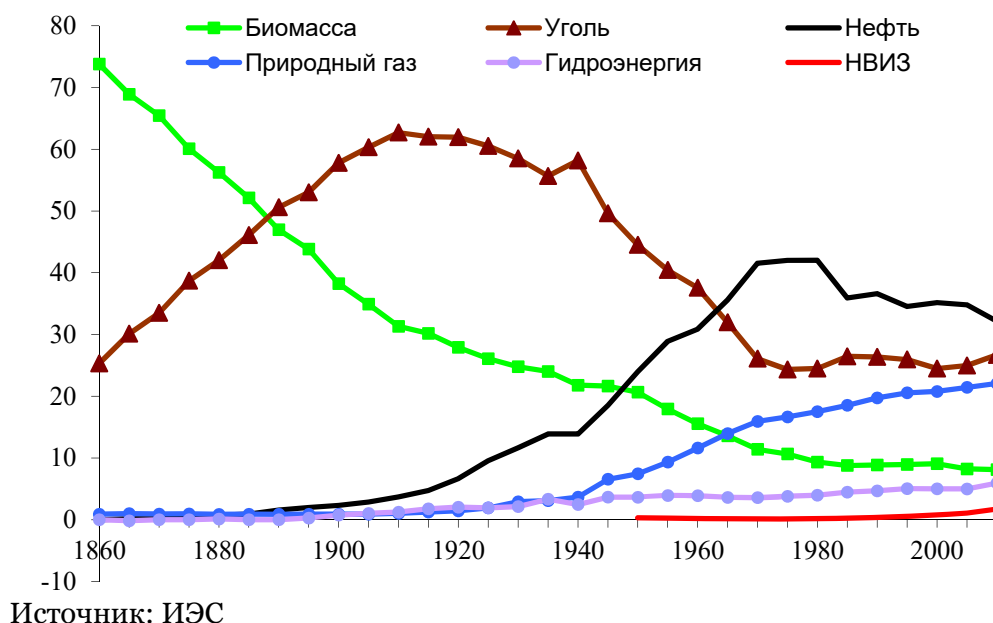


Рис. п1. Структура мирового потребления энергии, %

Продолжатся ли эти тенденции в будущем? Экстраполяция смены энергетических укладов приводит к выводу, что в перспективе на первый план выйдет природный газ, а затем нетопливные источники энергии. Если предыдущие энергетические кризисы или дисбалансы приводили к переходу от одного вида ископаемого топлива к другому, то в настоящее время речь идет об отходе от топливной энергетики как таковой, то есть о гораздо более глубоких сдвигах в структуре мирового ТЭБ. Это не конец нефтяной (угольной, газовой) эры, а конец топливной эры, которая продолжалась все 200 лет существования индустриальной экономики и энергетики. Разумеется, это означает не прекращение использования этих видов топлива, а снижение их роли при выходе на первый план новых источников энергии.

Но реализуется ли переход к преобладанию новых источников энергии? Существуют обоснованные сомнения в реализации этого сценария. Сегодня ни одна отрасль энергетики не соответствует меняющимся социальным и экологическим требованиям по удобству, чистоте и эффективности производства, транспорта и использования энергии. Мировая энергетика оказывается в ситуации жестких технологических, экологических и экономических ограничений. Это делает процесс преодоления ограничений индустриальной энергетики и выхода на новую траекторию энергетического роста кризисным и напряженным и ограничивает возможность перехода к новым источникам энергии.

3.2.1. Эволюция потребительских требований

Потребитель энергетических товаров и услуг становится все более активным участником процессов производства энергоресурсов и управления энергетическими системами, в т.ч. регулировании режимов работы энергетических сетей. В связи с этим в последние годы значительно возросла роль и значение управления спросом и управления нагрузкой, их совместное диспетчерирование и инвестиционное развитие.

Активное участие потребителей в функционировании рынка электроэнергии приносит ощутимые преимущества и для электросетевого хозяйства, и для окружающей среды, поскольку сокращаются затраты на распределение электроэнергии.

Данный механизм функционирует следующим образом: когда система приближается к пиковой нагрузке, она запускает предварительно спланированную программу для сброса нагрузки за счет уменьшения потребляемой мощности или отключения заранее согласованных некритичных устройств и оборудования у конечного потребителя. Такая система автоматизации может применяться как на больших промышленных предприятиях, так и в жилых домах. Это позволит значительно снизить вероятность массовых отключений потребителей существующими системами АЧР, САОН и др.

Посредством программных средств, предоставляемых коммунальными службами, потребитель сможет следить за своим потреблением электроэнергии и регулировать его, основываясь на цене, которая может возрасти во время пиковых нагрузок. Программы управления потреблением будут обеспечивать потребителям возможность управления своими затратами на электроэнергию, особенно, во время пиковых нагрузок.

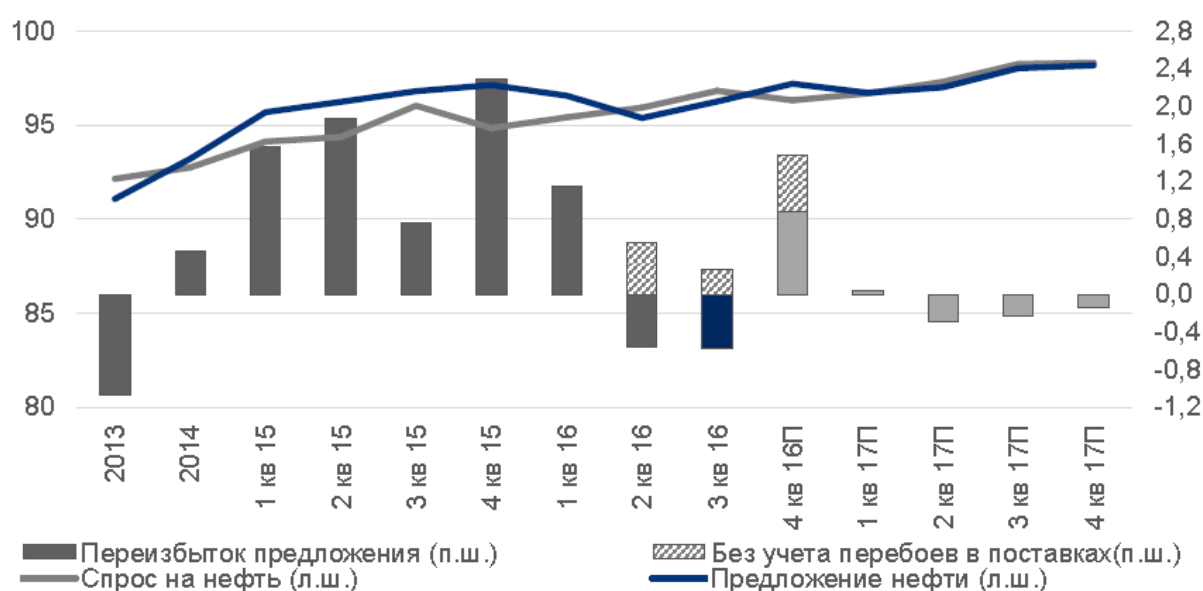
В модернизированной сети хорошо осведомленные потребители изменят принципы потребления, основанные на уравнивании их спроса и производственной возможности системы для удовлетворения этого спроса. Спрос на новые недорогие и энергосберегающие продукты принесет выгоду и потребителям, и энергосистеме.

Возможность снизить или повысить пиковый спрос позволяет предприятиям минимизировать капитальные вложения и операционные расходы и одновременно обеспечивает ощутимые выгоды в отношении

окружающей среды путем сокращения потерь в сетях и определения неэффективных станций. Кроме того, наличие подробной информации по собственному графику потребления и соответствующим затратам будет стимулировать потребителей к замене неэффективных устройств эффективными.

Заметную роль в становлении активного поведения потребителей сыграет развитие использования электромобилей, которые могут послужить для сети в качестве распределенного накопителя энергии.

3.2.2. Рынок нефти и нефтепродуктов



Источник: РЭА

Рис. 1. Баланс мирового спроса и предложения нефти, млн барр. в сутки

Таблица 1. Мировое предложение нефти в 2013-2017 гг.

млн барр. в сутки	2013	2014	2015	2016	2017 (оценка)
Добыча - Страны вне ОПЕК					
Северная Америка	10,9	12,5	13,3	12,5	12,7
США	7,4	8,7	9,4	8,8	8,7
Канада	3,4	3,7	3,9	3,7	4,0
Латинская Америка (вне ОПЕК)	6,4	6,5	6,5	6,3	6,2
Бразилия	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
Мексика	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0

Европа	2,8	2,9	3,1	3,1	3,2
Норвегия	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
Бывший СССР и Восточная Европа	13,4	13,4	13,6	13,9	14,2
Россия	10,5	10,5	10,7	11,1	11,3
Казахстан	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
АТР	6,3	6,4	6,5	6,1	5,8
КНР	4,2	4,2	4,3	4,0	3,7
Африка	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6
Ближний и Средний Восток (вне ОПЕК)	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
Всего нефть вне ОПЕК	42,7	44,6	45,9	44,7	45,0
Газовый конденсат вне ОПЕК	6,1	6,6	6,7	6,9	7,2
Всего добыча жидких углеводородов вне ОПЕК	48,9	51,2	52,6	51,6	52,2
Добыча - Страны ОПЕК					
Саудовская Аравия	9,6	9,7	10,2	10,4	10,4
Ирак	3,2	3,4	4,0	4,4	4,4
Иран	2,7	2,8	2,9	3,5	3,8
Венесуэла	2,4	2,4	2,4	2,2	2,1
Кувейт	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8
ОАЭ	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
Ливия	0,9	0,4	0,4	0,4	0,8
Нигерия	1,9	2,0	1,9	1,6	1,7
Всего нефть ОПЕК	31,5	31,2	32,3	33,2	33,8
Газовый конденсат ОПЕК	6,2	6,4	6,5	6,6	6,8
Всего добыча жидких углеводородов ОПЕК	37,7	37,6	38,8	39,8	40,6
Прочее топливо	4,6	4,8	5,0	5,1	5,2
Всего предложение в мире	91,1	93,5	96,4	96,5	98,0
Всего спрос в мире	92,2	93,0	94,8	96,1	97,6
Дефицит/Профицит	-1,0	0,5	1,6	0,4	0,4

Источник: РЭА

Таблица 2. Мировой спрос на нефть в 2013-2017 гг.

млн барр. в сутки	2013	2014	2015	2016	2017 (оценка)
-------------------	------	------	------	------	------------------

Спрос в ОЭСР					
Европа	13,9	13,8	14,0	14,2	14,2
Япония	4,7	4,4	4,3	4,2	4,0
США	18,9	19,1	19,5	19,6	19,8
Корея	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Другие ОЭСР	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2
Всего ОЭСР	46,0	45,9	46,5	46,8	46,9
в % от мирового спроса	50%	49%	49%	49%	48%
Спрос вне ОЭСР					
Бразилия	3,1	3,2	3,1	3,1	3,0
Россия	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1
Индия	3,7	3,9	4,2	4,6	4,9
Китай	10,8	11,2	11,7	12,0	12,4
Филиппины	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Европа	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Бывшие ССР	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
Прочие вне ОЭСР	23,3	23,5	24,0	24,3	24,8
Всего вне ОЭСР	46,1	47,1	48,3	49,3	50,7
в % от мирового спроса	50%	51%	51%	51%	52%
Всего спрос в мире	92,2	93,0	94,8	96,1	97,6

Источник: РЭА

Легковой автотранспорт является одним из основных источников спроса на нефть. В настоящее время мировой автопарк легковых автомобилей составляет более одного миллиарда единиц. Около 60% мирового автопарка приходится на развитые страны. При этом количество автомобилей в развивающихся странах растет стремительными темпами, и доля развивающихся стран в мировом автопарке постепенно увеличивается.

Разрыв в уровне автомобилизации между развитыми и развивающимися странами остается существенным. Для сравнения, в Китае в 2015 г. на тысячу жителей приходилось 96 легковых автомобилей, тогда как в Европе аналогичный показатель был равен 452, а в Северной Америке – 560.

Исторически наблюдалась зависимость между доходами населения и количеством автомобилей в личном пользовании. Многие исследования свидетельствуют о том, что распространение автомобилей происходит в соответствии с S-образной кривой автомобилизации. Данную кривую можно разбить на три фазы – фазу медленного роста при низком уровне доходов, фазу быстрого роста при достижении определенного порогового уровня доходов и фазу медленного роста при высоком уровне доходов.

Подобная динамика объясняется тем, что, начиная с определенного уровня располагаемого дохода, легковой автомобиль становится доступным для потребителей, и продажи легковых автомобилей начинают расти высокими темпами. По мере дальнейшего роста доходов происходит насыщение спроса на легковые автомобили и темпы роста продаж снижаются.

Уровень насыщения спроса на легковые автомобили будет в значительной степени отличаться в зависимости от страны или региона. Как правило, чем выше плотность населения, тем ниже уровень насыщения спроса на легковые автомобили. Демографический состав населения также играет немаловажную роль. Старение населения снижает потребность в мобильности. Кроме того, уровень насыщения спроса на легковые автомобили зависит от развития общественного транспорта и проводимой политики в области контроля за выбросами вредных веществ в атмосферу.

Поскольку многие развивающиеся страны характеризуются более высокой плотностью населения, чем развитые страны, справедливо предположить, что развивающиеся страны будут отставать от развитых стран по показателю количества легковых автомобилей на тысячу человек при сопоставимом уровне дохода.

Развитые страны уже достигли уровня насыщения спроса на легковые автомобили, и автопарк в этих странах растет достаточно медленно. В то же время развивающиеся страны обладают значительным потенциалом по росту продаж легковых автомобилей в случае увеличения доходов населения. По нашим оценкам (чьим - ???), до 2030 г. наибольший прирост автопарка будет происходить в Китае – увеличение со 127 миллионов до 341 миллионов единиц в ближайшие пятнадцать лет. Несмотря на то, что по количеству легковых автомобилей на тысячу человек Китай будет по-прежнему отставать от развитых стран, по общей величине парка Китай выйдет к 2030 г. на первое место в мире. Значительный рост автопарка ожидается и в Индии, где по мере увеличения среднего класса будет наблюдаться рост спроса на личный автотранспорт.



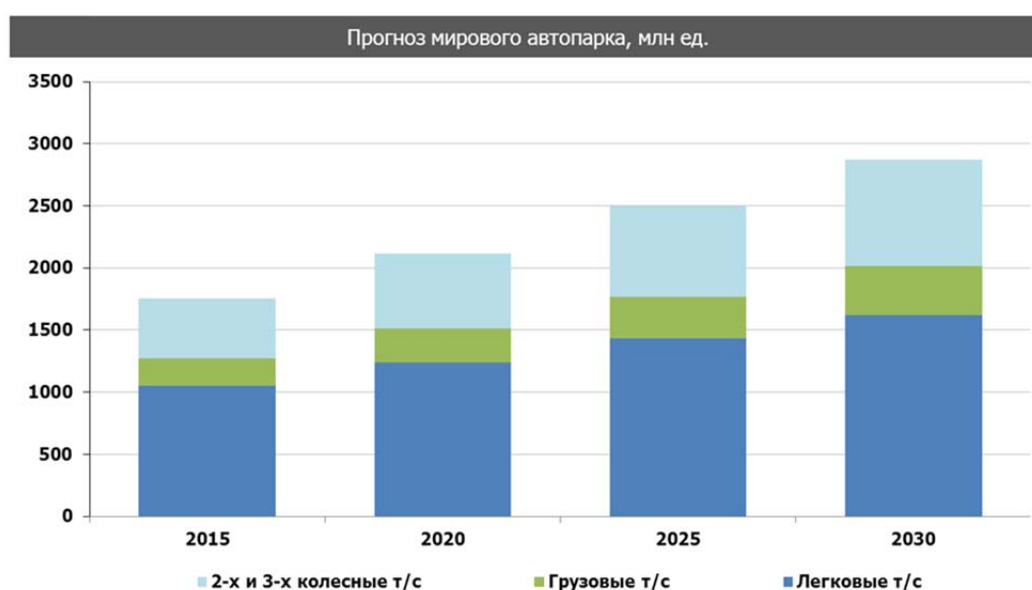
Распространение грузового транспорта напрямую связано с уровнем экономического развития. Чем выше экономическая активность, тем выше потребность в перемещении товаров и грузов. Кроме того, объем грузовых перевозок зависит от степени международного сотрудничества и интеграции между государствами.

Парк грузовых автомобилей не такой большой, как парк легковых автомобилей – 222 миллионов против 1 миллиарда. Вместе с тем, средний расход топлива грузовыми автомобилями выше, чем легковыми. Поэтому влияние грузового автопарка на мировое потребление нефти в целом сопоставимо с влиянием легковых автомобилей.

За период 2015-2030 гг. парк грузовых автомобилей увеличится на 78%. Также как и в случае с легковым автотранспортом наибольший рост грузового парка ожидается в Китае и Индии.

Наряду с легковыми и грузовыми автомобилями в среднесрочной перспективе ожидается рост парка двухколесных транспортных средств. В основном рост будет происходить в Китае и Индии, где двухколесный транспорт занимает значительную долю рынка новых транспортных средств. Однако по мере роста доходов населения этих стран темпы роста парка двухколесных транспортных средств будут снижаться, поскольку потребители будут делать выбор в пользу более функциональных легковых автомобилей.

Мировой автопарк увеличится на 1,1 миллиард транспортных средств к 2030 г. При этом около половины прироста парка будет обеспечено за счет Индии и Китая.



Китай находится в фазе активного роста спроса на легковые автомобили. В 2015 г. в стране было продано 21 миллион легковых автомобилей. При этом китайский рынок продолжает расти высокими темпами. В сентябре 2016 г. рост продаж составил 29% к аналогичному периоду 2015 г. К 2030 г. парк легковых автомобилей в Китае увеличится более чем в 2,5 раза. Однако политика государства в области контроля за загрязнением окружающей среды может послужить серьезным препятствием для роста продаж личного автотранспорта в Китае. В стране уже действуют ограничения на выдачу номерных знаков в крупных городах.

Парк транспортных средств Китая характеризуется высокой долей двухколесных транспортных средств. По количеству двухколесных транспортных средств Китай занимает первое место в мире. Согласно существующим прогнозам количество двухколесных транспортных средств в

Китае будет продолжать расти. При этом рост будет происходить в основном за счет двухколесного электротранспорта, поскольку во многих китайских городах существуют ограничения на использование традиционных мотоциклов и мопедов.

Значительный рост парка ожидается и в грузовом сегменте. Благодаря росту экономики Китая, количество грузовых автомобилей возрастет более чем в 3 раза – с 30 миллионов в 2015 г. до 99 миллионов в 2030 г.

Популярность двухколесных транспортных средств в Индии еще выше, чем в Китае. На долю двухколесных транспортных средств приходится более 80% продаж новых личных транспортных средств в стране. Отчасти данная тенденция объясняется низким уровнем доходов населения. Двухколесный транспорт является наиболее доступным и дешевым в эксплуатации.

Рынок новых легковых автомобилей в Индии оценивается в 3 млн автомобилей в год. Для сравнения, ежегодные продажи двухколесных транспортных средств в стране составляют 16 миллионов единиц. Ожидается, что парк двухколесных транспортных средств будет продолжать увеличиваться. Однако по мере роста благосостояния населения и формирования среднего класса индийские потребители будут все больше отдавать предпочтение легковым автомобилям. Иными словами, легковые автомобили будут постепенно забирать часть рынка у двухколесных транспортных средств. Вместе с тем, индийские власти обеспокоены проблемами загрязнения окружающей среды в крупных городах. В декабре 2015 г. в Дели был введен запрет на регистрацию дизельных автомобилей с объемом двигателя, превышающим два литра. Принятие подобных мер не исключено и в других городах, что может негативно повлиять на темпы роста легкового автопарка.

Индия обладает значительным потенциалом по увеличению грузового автопарка. К 2030 г. парк грузовых транспортных средств в Индии может превысить 25 миллионов автомобилей, что предполагает более чем двукратный рост относительно текущего уровня.



В перспективе до 2030 г. (чьи это прогнозы – МЭА или российских организаций - ???) мы (кто -?????) не ожидаем существенного роста производства биотоплив, поскольку допустимый предел использования биокомпонентов в автомобилях с ДВС составляет 10-15%. Для вовлечения в потребление большего количества биотоплива потребуется модернизация автопарка, что займет длительное время. В случае коммерческого успеха, биотоплива нового поколения будут постепенно вытеснять с рынка биотоплива 1-го поколения, производимые из сельскохозяйственных культур.

На долю транспортного сектора приходится больше половины мирового спроса на нефть. Помимо дорожного транспорта весомый вклад в рост потребления нефти со стороны транспортного сектора вносят такие сектора, как авиаперевозки, железнодорожный транспорт, речной и морской транспорт, в которых нефтепродукты остаются наиболее популярным видом топлива.

Спрос на нефть со стороны авиационного транспорта в 2015 г. оценивался в 5,5 млн барр./сут., около трети из которых было использовано в развивающихся странах. Именно развивающиеся страны обеспечивали основной прирост спроса на нефть в секторе авиаперевозок в последние 20 лет. Существует взаимосвязь между уровнем доходов населения и спросом на авиаперевозки. Чем богаче становится страна, тем больше ее жители путешествуют и совершают деловые поездки. Поскольку тенденция к росту доходов населения и увеличению размеров среднего класса во многих развивающихся странах в ближайшие 15 лет будет сохраняться, можно ожидать, что спрос на авиаперевозки продолжит расти. Мы

также предполагаем, что несмотря на эксперименты с использованием солнечной энергии и природного газа в качестве источников энергии для самолетов, наиболее распространенным видом топлива в авиации будет оставаться керосин. При этом средний расход топлива одним самолетом продолжит снижаться по мере замены старых самолетов на новые, более экономичные. С учетом обозначенных тенденции, по нашим оценкам, спрос на нефть со стороны авиационного транспорта вырастет на 30% к 2030 г.

Потребление нефти в секторе морских перевозок устойчиво росло на протяжении последних нескольких лет, достигнув 4,3 млн барр./сут. в 2015 г. Спрос на нефть в данном секторе тесно связан с темпами роста мировой экономики и объемами международной торговли. В настоящий момент мазут и средние дистилляты остаются наиболее распространенными видами топлива для морского транспорта. Но по мере ужесточения экологических стандартов СПГ может стать реальной альтернативой нефтяному топливу. В 2015 г. был установлен лимит на содержание серы в топливе на уровне 0,1% в прибрежных зонах Северо-Западной Европы и Северной Америки. Дальнейшее ужесточение стандартов ИМО ожидается в 2020-2025 гг. и предполагает запрет на использование топлива с содержанием серы более 0,5% по всему миру. Чтобы соответствовать стандартам ИМО, судовладельцам придется либо устанавливать скрубберы для улавливания выбросов, либо переходить на низкосернистый газойль. Возможной альтернативой является переход на СПГ. Стоимость нового судна, использующего СПГ в качестве топлива, на 15-20% выше, традиционных аналогов. Поэтому популярность СПГ в судовой бункеровке будет во многом зависеть от ценового дифференциала между СПГ и газойлем. В условиях низких цен на нефть перспективы использования СПГ в морской бункеровке выглядят туманными. Кроме того, учитывая неопределенность со сроками введения новых норм ИМО по содержанию серы в топливе, судовладельцы не торопятся инвестировать в строительство СПГ судов. Данные тенденции позволяют предполагать, что нефтепродукты сохранят свое доминирующее положение в секторе морской бункеровки до 2030 г. Поэтому в прогнозном периоде мы ожидаем рост потребления нефти морским транспортом на 25%.

Потребность в нефтепродуктах со стороны железнодорожного и речного транспорта оценивается в 1,9 млн барр./сут. ежегодно. На долю нефти приходится более половины в первичном потреблении энергии железнодорожным транспортом. В перспективе до 2030 г. потребление нефти в секторе

железнодорожных перевозок будет определяться разнонаправленными тенденциями. С одной стороны, одновременно с ростом мировой экономики будет наблюдаться рост пассажиропотока и грузопотока. С другой стороны, продолжит расти популярность высокоскоростных поездов на электрической тяге, что снизит зависимость сектора от нефти. Что касается речного транспорта, то в нем альтернативы нефти менее очевидны и потребление будет главным образом определяться состоянием мировой экономики. В целом, мы ожидаем, что совместно железнодорожный и речной транспорт увеличат мировой спрос на нефть примерно на 400 тыс. барр./сут. к 2030 г.



Промышленный сектор уступает лишь транспортному по объемам потребления нефти. Примерно половина от потребления нефти в промышленности приходится на сектор нефтехимии. Спрос на нефть в промышленности тесно связан с уровнем экономического развития. Благодаря

азиатским странам спрос на продукты нефтехимии демонстрирует позитивную динамику. Учитывая принятые допущения по темпам роста ВВП, мы предполагаем, что данная тенденция будет сохраняться в будущем.

С ростом добычи сланцевого газа в США на рынке возросло предложение газового сырья для нефтехимии, прежде всего, этана. Компания INEOS была первой, кто подписала контракт на поставку американского этана на свои нефтехимические комплексы в Великобритании и Норвегии. Возможно, переход на этан является перспективной альтернативой для некоторых европейских производителей. Однако замещение нефтяного сырья газовым имеет свои пределы. При переходе на этан снижается выход полезной продукции, в частности пропилена. Поэтому мы ожидаем, что спрос на нефть со стороны нефтехимической промышленности будет оставаться относительно устойчивым. По нашим оценкам, спрос на нефть в промышленном секторе за период 2015-2030 гг. возрастет на 22%.

Урбанизация и рост доходов населения способствуют увеличению потребления нефти со стороны домохозяйств, коммерческого сектора, а также сельского хозяйства. Данные сектора уже прошли пик потребления в развитых странах. Поэтому основной прирост потребления будет наблюдаться в развивающихся странах.

Электроэнергетика – единственный сектор, в котором ожидается снижение спроса на нефть в прогнозном периоде. Доля нефти в структуре энергоносителей, потребляемых генерирующими компаниями, в настоящее время достаточно низкая – около 4%. Озабоченность многих развитых и развивающихся стран проблемами экологии приведет к тому, что нефть и уголь в секторе генерации электроэнергии будет постепенно вытесняться газом и возобновляемыми источниками энергии.

Таким образом, спрос на нефть в период 2015-2030 гг. продолжит расти с тенденцией к снижению темпов роста. Рост будет наблюдаться во всех секторах, кроме сектора генерации электроэнергии.

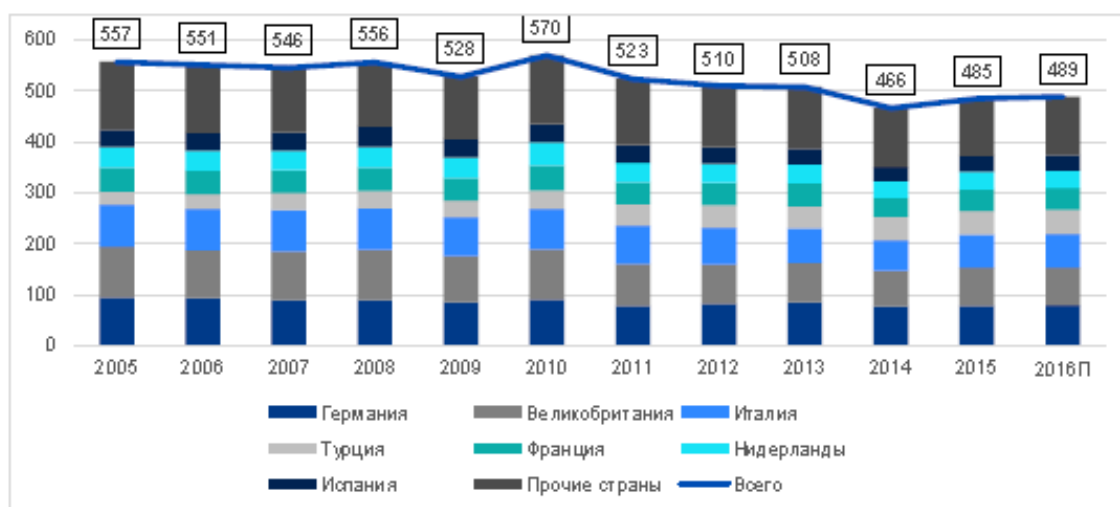
3.2.3. Рынок газа

Относительно недавно существующий биржевой рынок природного газа отличается от рынка жидких видов топлива точечной расстановкой игроков, сложной организационной структурой. На данный момент в мире установился

строго региональный характер параметров ценообразования на газ. Возрастающая зрелость рынка, усиление межрегиональных и международных связей, а также выход на рынок новых игроков уже в ближайшей перспективе позволят говорить о повышении конкурентоспособности данного топлива по отношению к альтернативным вариантам, в первую очередь по отношению к углю.

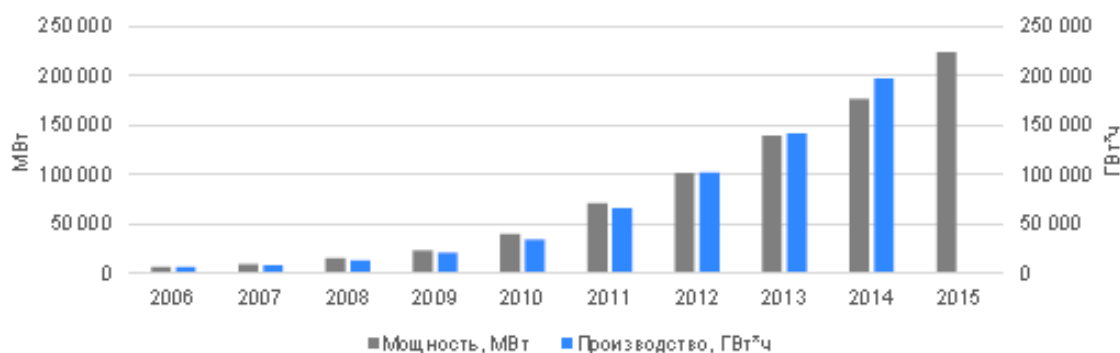
Исторически потребление газа в Европе снижалось благодаря внедрению поддержки со стороны Еврокомиссии и национальных правительств возобновляемых источников электроэнергии, большему распространению когенерации и повышению энерго- и тепло- эффективности, за счет чего спрос на газ со стороны генерации, населения и коммерческих предприятий снижался. За период с 2005 по 2016 год потребление газа в Европе по нашей оценке снизилось на 68 млрд куб. м. Стоит отметить, что в последние 2 года наметилась обратная тенденция, которая, однако, связана не с внешними факторами, стимулирующими спрос на газ, а с эффектом низкой базы - падение потребления газа в 2014 году составило более 8% г./г.

График 2.19. Потребление газа в Европе, млрд куб.м.



Несмотря на это, установленная мощность солнечной генерации растет значительными темпами, прирост в 2015 г. составил 27%. Производство энергии годом ранее выросло на 39%.

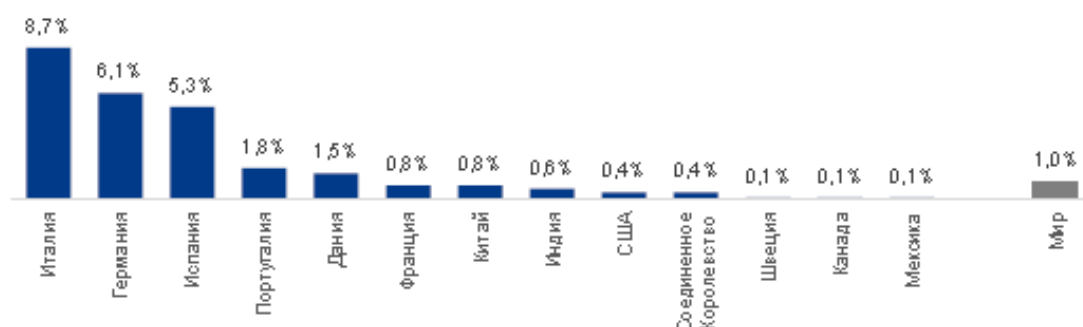
График 3.16. Установленная мощность и производство солнечной энергии



Доля солнечной генерации наибольшая в южных странах Европейского Союза: Италия – 8,7%, Германия – 6,1%, Испания – 5,3%.

Мировая доля солнца в генерации электроэнергии составляет 1,0%.

График 3.17. Доля солнечной генерации в общей генерации электроэнергии



3.2.4. Рынок угля

Главным ограничением на рост потребления угля выступают экологические проблемы, как глобальные (эмиссия парниковых газов), так и локальные (загрязнение воздуха в городах). Эти проблемы могут быть значительно смягчены внедрением современных технологий сжигания угля, а также технологий улавливания и захоронения углерода (CCS), но на этом пути теряется главное стратегическое преимущество угля – низкая стоимость энергии. В этой связи потенциал роста потребления угля ниже, чем для природного газа, несмотря на широкую доступность запасов.

В части потребления угольной продукции «демонизация» угля и обострение конкуренции между угольным топливом, газом и ВИЭ будет способствовать значительному расширению применения чистых угольных технологии (CCT) и технологий кооптирования и захоронения CO₂ (CCS), являющихся важной частью в реализации концепции низкоуглеродной энергетики.

В период до 2030 года на тепловых электростанциях в качестве основных останутся эффективные пылеугольные технологии сжигания угля. Все новые вводы генерирующих мощностей на пылеугольном топливе будут ориентированы

на более конкурентоспособные энергоблоки со сверхкритическими и ультра сверхкритическими параметрами пара (300бар и температуре выше 600С). Эти прогрессивные технологии способны повысить КПД угольных энергоблоков до 48% и сократить выбросы CO₂ на 20 процентов.

С целью дальнейшего увеличения параметров парового цикла до 700С и выше за пределами 2030 года прогнозируется создание и использование специальных материалов с применением никелевых сплавов, выдерживающих высокие температуры и давления. Разработка таких материалов уже сегодня поддерживается специальной программой ЕС (AD700), выполняемой совместно с другой демонстрационной программой в Германии (COMTES700) и национальными программами типа (COORETEC).

В перспективе потребление угля в Китае неизбежно замедлится из-за торможения роста энергопотребления, тяжелой экологической ситуации во многих крупных городах из-за сжигания угля на низкоэффективных котельных, роста доступности других источников энергии (ВИЭ, газ, атомная энергетика). В то же время на смену «китайскому фактору» может прийти «индийский фактор»: потребление угля в Индии составляет только 245 млн т, при этом строится 50 ГВт мощностей угольной энергетике. В инерционном сценарии при быстром росте угольной энергетике самодостаточность по добыче угля в Китае и Индии не сможет быть обеспечена. В этой связи к 2030 г. межрегиональная торговля углем может возрасти на 80% (с 400 до 700 млн т н.э., или 11% мирового потребления).

В Китае закончился 15-ти летний период стремительного увеличения потребления угля, связанного с ростом экономики страны – начиная с 2014 г. спрос на уголь начал сокращаться, за период 2013-2016 годов он снизился более чем на 200 млн тонн. При этом на Китай по-прежнему приходится около 50% мирового спроса на уголь, однако статус основного мирового центра роста потерян и восстановления объемов потребления в ближайшее время не предвидится. В частности, озвучены планы по увеличению доли производства энергии из возобновляемых источников (без учета ГЭС) до 9% к 2020 году. Дальнейшее сокращение потребления угля в стране приведет к ограничению объемов закупок угля на внешнем рынке, хотя запланировано и продолжение реформирования собственной угольной отрасли со снижением добычи на 500 млн.т в течение 3-5 лет.

В складывающейся ситуации развитие мировой угольной промышленности связывается с Индией и другими развивающимися экономиками. Индия вступила в длительный период ускоренного роста потребления угля, доля угля в структуре производства электроэнергии составляет порядка 70%, растет и потребление угля в промышленности в целом. Прогнозируется, что Индия в перспективе до 2040 года станет страной, определяющей мировой спрос на угольное топливо.

Необходимо отметить, что в настоящее время вложения в газовую электроэнергетику сократились почти на 40%, при этом страны АТР пока продолжают инвестировать в угольную энергетику.

Однако прогнозируемый рост потребления угля в Индии и Юго-Восточной Азии в период до 2020 года компенсирует сокращения спроса в странах ЕС и США, но все же не будет соответствовать росту потребления угля, который демонстрировал Китай в последнее десятилетие.

Прогнозируется появление новых потенциальных игроков на рынках угля. В настоящее время ЮАР потребляет более 90 % угля, используемого на всем африканском континенте, другие страны черного континента – 10% (в том числе на Марокко, Зимбабве и Ботсвану приходится по 1% от общего регионального потребления угля или порядка 1 млн т угля в год). Однако эта ситуация может измениться в будущем, так как ряд стран объявили о планах по строительству своих первых угольных электростанций. В список потенциальных новых участников входят Египет, Малави, Кения, Замбия, Конго, Гана, Гвинея, Сенегал и Мозамбик. Список также может включать Танзанию и Нигерию.

Масштабные планы в сфере угольной генерации Египта заслуживают особого внимания. В 2014 году правительство Египта одобрило использование угля в энергетике и промышленности. Решение, в значительной степени обусловленное нехваткой газа для промышленности, что приводит к быстрому переходу с газа на уголь в цементных печах. Кроме того, это, как ожидается, приведет к строительству новых угольных электростанций. Египет, крупнейший потребитель нефти и газа в Африке, страдает дефицитом электроэнергии, и уголь в совокупности с ядерной энергетикой и возобновляемыми источниками энергии, позволит ликвидировать энергетический дефицит. Поскольку правительство одобрило новую политическую стратегию, было объявлено о нескольких крупных угольных электростанциях. Компания Tharwa Investments объявила о строительстве крупнейшей в мире электростанции на угле (6 ГВт), Al Nowais (4 ГВт), Orascom (3 ГВт), а Safaga power (1,9 ГВт). Будут ли электростанции построены, в конечном счете, или нет, в значительной степени будет зависеть от подписания соглашения о закупке электроэнергии египетским правительством. Тем не менее, открытие в 2015 году огромного морского месторождения газа, потенциально являющимся одним из крупнейших в мире, может облегчить египетские энергетические проблемы и, следовательно, смягчат необходимость

выработки электроэнергии на угле, даже если добыча газа из этой области не ожидается до 2020 года.

В Нигерии, чтобы снизить зависимость от природного газа, объявлено о начале проектирования 3 объектов угольной генерации общей мощностью 3,4 ГВт. Мозамбик имеет большой потенциал, как экспортера, так и потребителя собственных высококачественных коксующихся и энергетических углей, так саудовская компания ACWA Power International объявила о начале строительства в этой стране угольной ТЭС мощностью в 300 МВт. Еще одной африканской страной, где планируется ввод значительных мощностей по угольной генерации (2 ГВт) является Малави, однако реализация этого проекта находится под вопросом.

Перспективы использования угля в электроэнергетике останутся и в развитых странах. Укрупненные расчеты (МЭА) показывают, что в среднесрочной перспективе (до 2020 года) уголь останется конкурентоспособным по отношению к газовому топливу. В континентальной Европе цены на газ значительно выше цен на уголь, что является конкурентным преимуществом угольного топлива в производстве электроэнергии. Ситуация в Соединенном Королевстве несколько отличается от континентальной Европы, где половина цены на электроэнергию, выработанную на угле – это углеродная составляющая, что значительно улучшает конкурентоспособность газа при производстве электроэнергии.

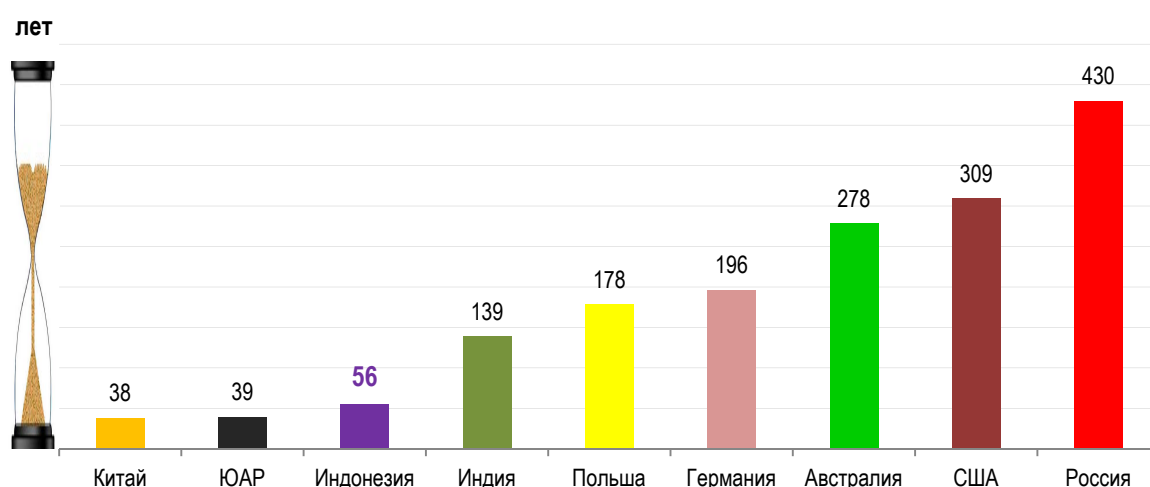
В Японии по сравнению с континентальной Европой преимущество производства электроэнергии на угле еще более явное из-за более высоких цен на импортный газ и отсутствия системы торговли выбросами. Подобная ситуация и в других развитых азиатских экономических экономиках, таких как Южная Корея.

В США газовые электростанции будут более конкурентоспособны по сравнению с угольными, так как дешевый сланцевый газ продолжит снижать на цены и на природный газ. Активно действующее «газовое лобби» также негативно влияет на состояние угольной отрасли. Ситуацию ухудшает и отказ от ужесточения экологических требований для добычи нефти и газа из сланцевых пород путем гидроразрыва пласта. Беспокойство угольных компаний вызывают и введение в стране новых сроков оформления разрешения на проведение работ в шахтах.

В период до 2020 года МЭА прогнозирует увеличение цен на газ в основных регионах потребителей, при этом, предполагается, что цены на уголь будут незначительно снижаться. Однако в Индии внутренние цены на уголь вырастут

более чем 1,5 раза. Уровень цен в Китае будет определяться замедлением экономического роста, изменением ТЭБ, переходом на диверсифицированную экологически чистую энергетическую модель развития, существенного увеличения «чистого угля», ограничением, а в ряде случаев запретом, использования угля в жилом секторе.

Выполненные в 2016 году АО «Росинформуголь» статистические расчеты показывают, что по показателю кратности запасов (отношение запасов к годовой добыче) в Индонезии возможна добыча в течение примерно 56 лет, ЮАР – 39 лет, Китае – 38 лет. Это является одним из самых наихудших показателей среди крупнейших стран производителей угля.



Расчет АО «Росинформуголь» на основе данных Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

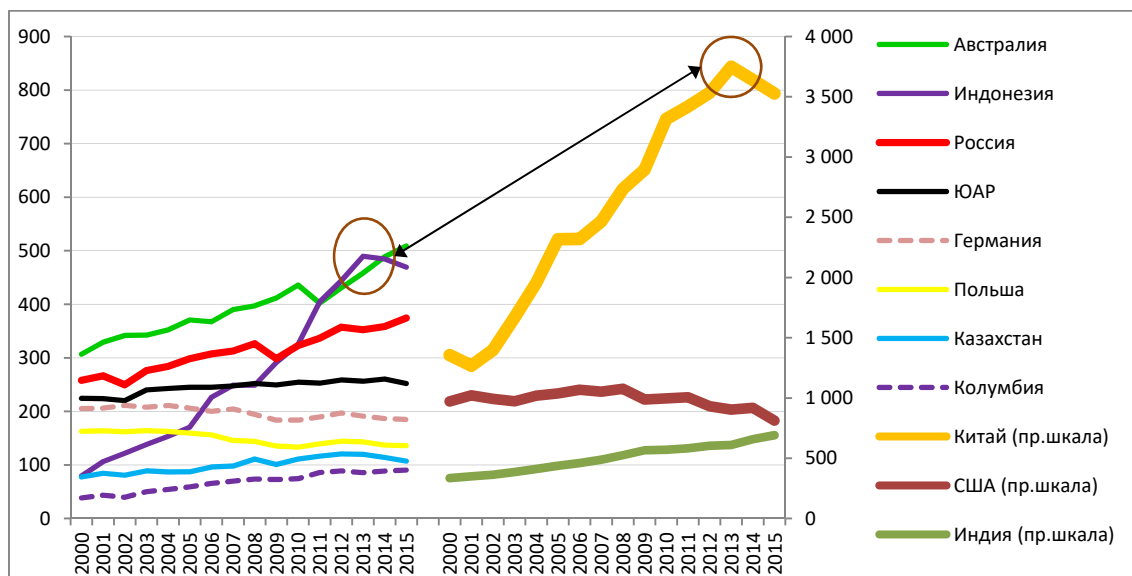
Кратность запасов (резервов) угля по ведущим странам производителям

Россия в этом отношении находится в значительно более выгодном положении и по отношению к другим ведущим странам, добывающим уголь. Кратность ее запасов составляет 430 лет.

Снижение мировых цен на уголь вынуждало мировые угольные компании оптимизировать производственные затраты, сокращать производственные мощности, сворачивались геолого-разведочные работы. Так по имеющимся данным в Индонезии разведка новых угольных запасов практически остановлена, речь идет о 25 крупнейших угледобывающих предприятиях страны, которые обеспечивают около 80 % национального производства угля. В докладах говорится, что Индонезия может исчерпать свои экономические угольные запасы к 2033-2036 годам, как видно – это является менее оптимистичным вариантом

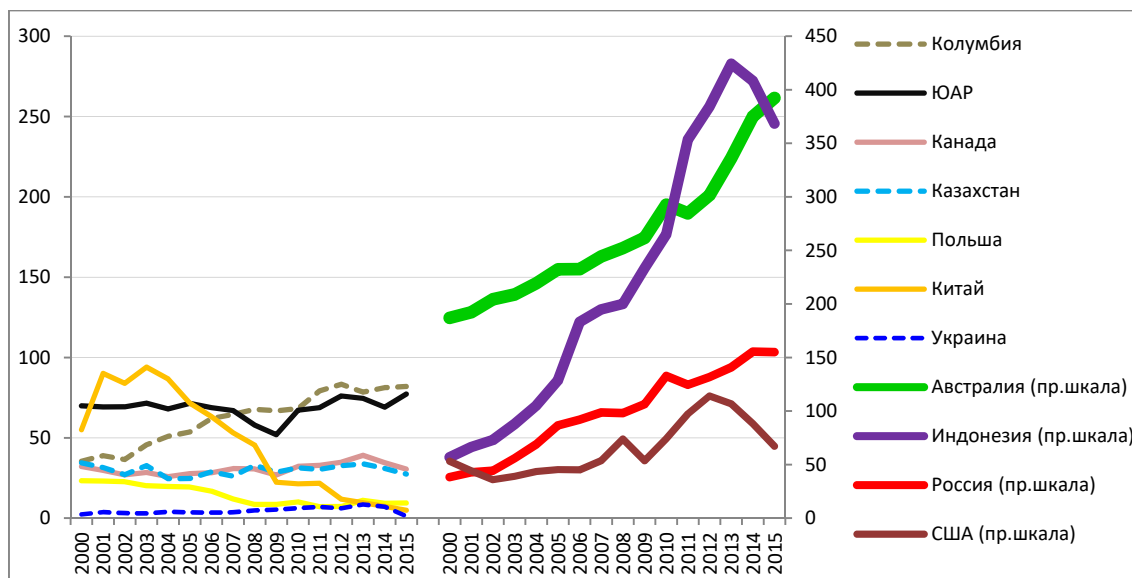
развития ситуации. Также отмечается, что оставшихся национальных угольных запасов не хватит для обеспечения потребностей электростанций до 2050 года.

1.10. Добыча угля в целом (в мире и в разрезе регионов и ключевых добывающих стран)

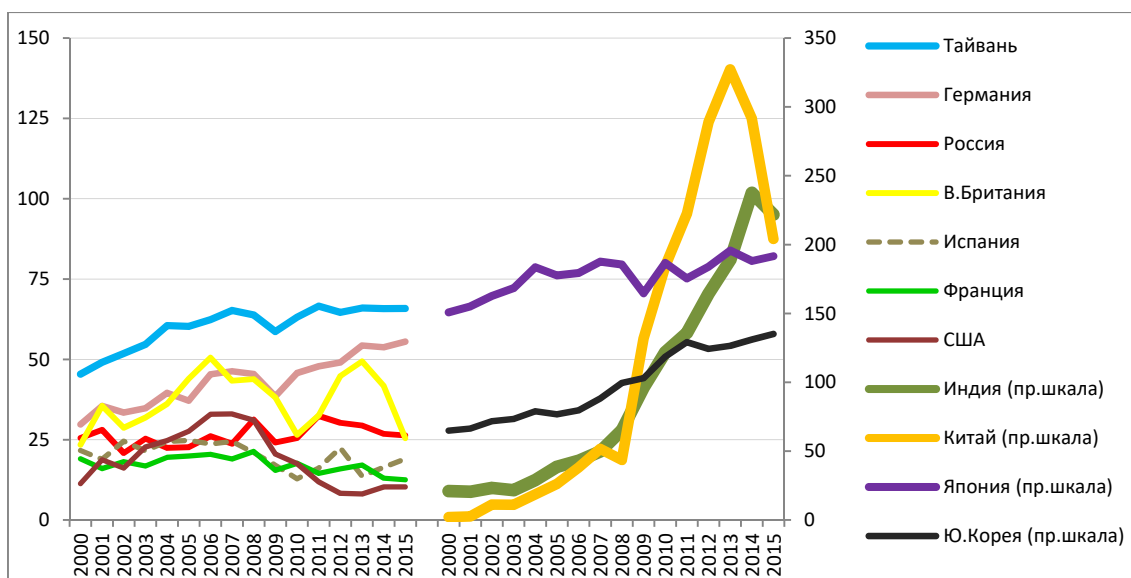


Производство угля по странам, млн т

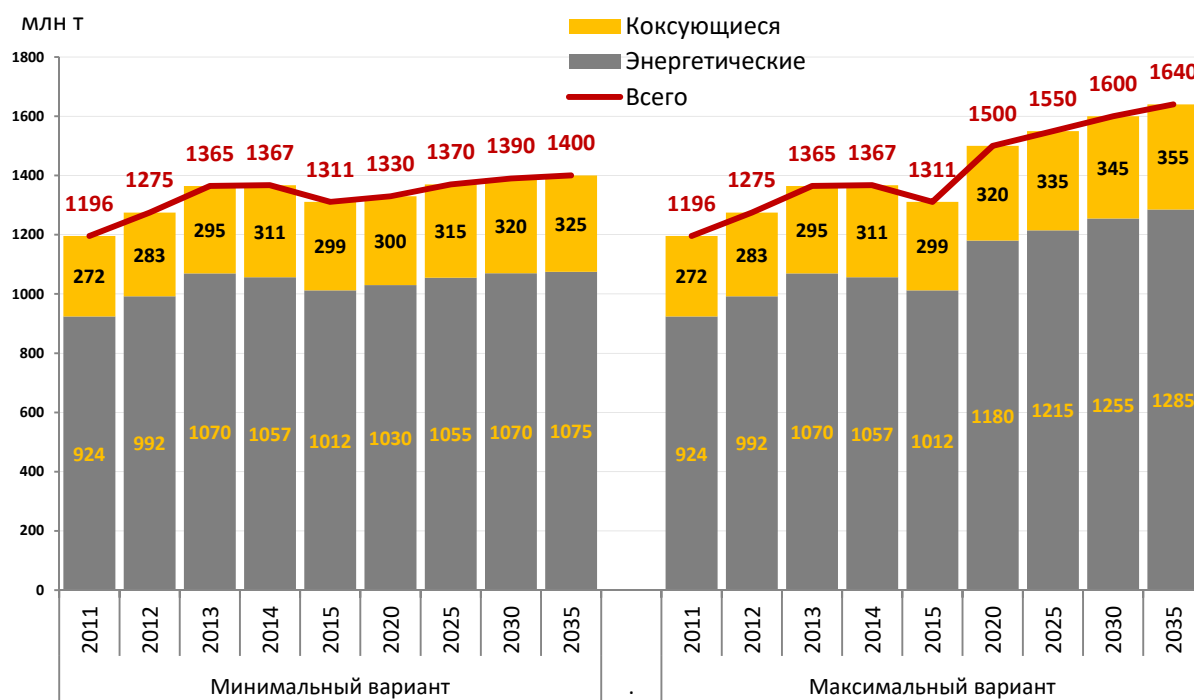
1.11. Международная торговля углем (объемы, изменение торговых потоков, структура по регионам)



Крупнейшие страны-экспортеры угля, млн т



Крупнейшие страны-импортеры угля, млн т

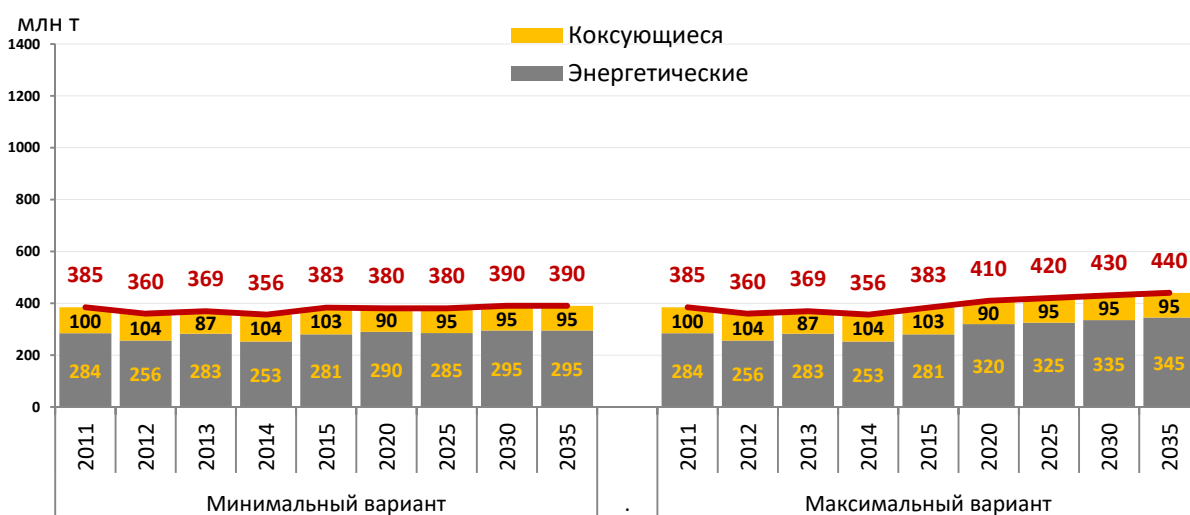


Оценка АО «Росинформуголь»

Прогноз международной торговли углем



Оценка АО «Росинформуголь»
Прогноз торговли углем в АТР



Оценка АО «Росинформуголь»

Прогноз торговли углем в атлантическом направлении

Прогнозный период с 2035 по 2065 год имеет большую неопределенность. По мнению АО «Росинформуголь» рынок АТР будет уже насыщен. При условии существенного роста народонаселения в Африке и размещения там нового сырьевого и промышленного производства, соответственно возникнет необходимость в обеспечении этого региона в энергетических ресурсах. В числе самых доступных энергоресурсов будет уголь. Предпосылки для дальнейшего поступательного развития угольной энергетики в Африке сформировались – это достигнутый современный уровень генерации, при котором КПД оборудования может достигать более 50 % (при одновременном снижении удельного потребления угля, с соответствующим снижением выбросов CO₂). Широкого

распространения атомной энергетики, вследствие нестабильности африканского региона не предвидится, соответственно в период с 2035 по 2065 год конкуренцию углю может составлять солнечная и ветряная энергия.

Как показывает анализ, в каждой из стран имеются особенности, как внутреннего, так внешнего характера.

Австралия. Высокотехнологичная угольная промышленность Австралии продолжает наращивать объемы добычи и экспорта углей энергетических и коксующихся марок и серьезно влияет на мировой рынок угля и динамику цен на уголь.

Австралия является мировым лидером по экспорту коксующегося угля, при этом 74% экспорта приходится на АТР. Необходимо отметить, что австралийский коксующийся уголь является эталоном (маркером) в мировой торговле. Международное ценообразование на коксующиеся угли основано на котировках австралийских экспортных поставок в Японию.

Отрицательно сказываются на экспорте австралийского угля общие для всех экспортеров торговые ограничения, введенные Китаем. К тому же, австралийский уголь с теплотой сгорания 5500 ккал/кг не соответствует требованиям, предъявляемым китайскими властями по качественным характеристикам, что создает серьезные проблемы для увеличения его экспорта в Китай.

Кроме того, регулярные стихийные бедствия (наводнения) негативно влияют на угольную отрасль Австралии, приводят к сбоям в работе предприятий и колебаниям на угольном рынке.

Серьезно препятствуют развитию портовой инфраструктуры на побережье Австралии активные действия защитников окружающей среды, выступающих, в частности, против строительства нового порта в районе Большого Барьерного Рифа.

Индонезия. Несмотря на относительно низкое качество угля, индонезийские экспортеры пока занимают лидирующие позиции на рынке энергетического угля и оказывают существенное влияние на формирование цен на угольных рынках, что стало возможным благодаря небольшому плечу транспортировки. При этом власти страны предпринимают шаги по сокращению производства угля с целью снижения экспортных поставок.

США. Американские производители угля в настоящее время в основном ориентируются на внутренний рынок, поставки угля на экспорт колеблются в зависимости от внутренней конъюнктуры. В последние годы экспорт

американского угля стимулировался падением внутреннего потребления. Так, недавно Америка начала поставки в Юго-Восточную Азию, куда раньше никогда его не возила. На фоне «сланцевой революции» власти США заявляли о возможных поставках на экспорт до 200 млн т угля, причем и в Европу, и в АТР. В настоящее время экспортные объемы угля из США снижаются и оцениваются по итогам 2016 года на уровне 50 млн тонн.

Добыча угля в США сейчас находится на самом низком уровне с 1993 г. и может продолжить падение. Американские инвесторы начинают сокращать инвестиции в угольную отрасль. Так, более 70% шахт на территории Централных Аппалачи на данный момент являются убыточными.

Колумбия. Правительство страны оказывает поддержку производителям в условиях низких цен на уголь, что благоприятно влияет на конкурентоспособность колумбийских компаний на международных рынках.

Колумбийские угольщики извлекают выгоду из низких затрат на рабочую силу и вкладывают капитал в новые технологии, делая их более конкурентоспособными по цене и способными существовать при более низких ценах чем у конкурентов, особенно в США.

Негативным моментом для экспортеров явился дополнительный налог на колумбийские угли (порядка 18%) из-за большого количества вредных примесей в угольной продукции, который ввела Южная Корея.

Кроме того, в экономике остаются высокими риски внутривнутриполитического характера из-за нестабильной политической ситуации в стране. Так, например, некоторое время назад повстанцам из группировки «Революционные вооруженные силы Колумбии» (РВСК) удалось за один день остановить экспортные поставки угля из страны: они взорвали ветку железной дороги, по которой перевозился уголь с предприятий крупнейшего в мире угольного бассейна Эль-Серрехон с годовой добычей около 32 млн тонн.

ЮАР. Южноафриканские поставки угля в Азию растут в связи с сокращением потребности на уголь в Европе. Увеличение спроса на поставки угля в КНР привело к росту экспорта из ЮАР до 77 млн т в год, в результате чего эта страна вышла на шестое место в мире по данному показателю.

Среди причин, которые могут сдерживать рост экспорта из ЮАР следует отметить то, что погрузочные мощности терминала Ричардс Бэй используются не полностью, так как железная дорога не справляется с дополнительными объемами перевозок угля.

Кроме этого, южноафриканский уголь с теплотой сгорания 5500 ккал/кг, так же, как и аналогичный австралийский, в значительной степени не соответствует требованиям, предъявляемым китайскими властями по качественным характеристикам.

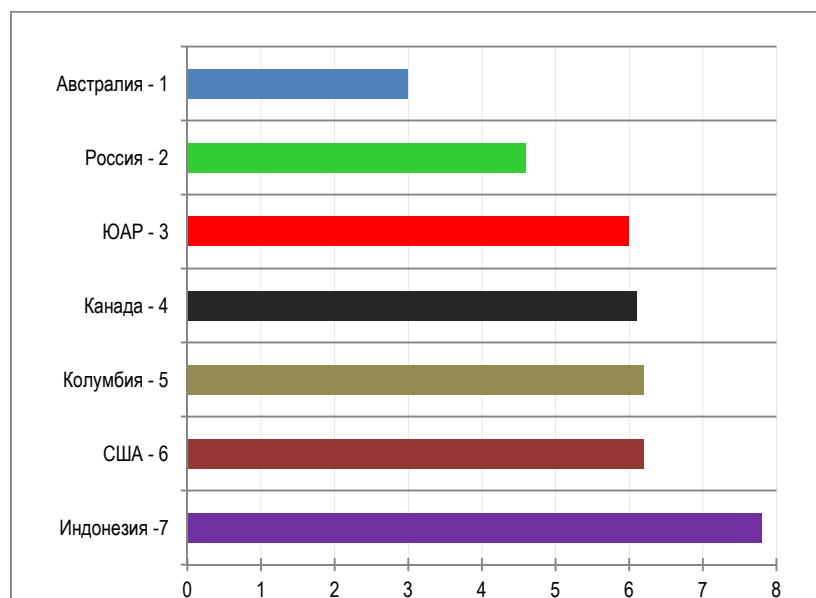
Вьетнам. Объемы экспорта энергетического угля из этой страны в АТР достигли в 2013 году 15,5 млн тонн. Однако, в последнее время, во Вьетнаме введены ограничения на экспорт энергетических углей в связи с исчерпанием запасов.

Ниже в таблице приведены характеристики стран-экспортеров угля, которые использованы для интегрального рейтинга с учетом вероятности наступления событий.

Таблица ... – Анализ риск-факторов стран-экспортеров угля

Страна экспортер в АТР	Ресурсы	Качество	Внутренняя логистика	Морская транспортировка***	Климатические факторы	Политические факторы	Зависимость от конъюнктуры рынка
Индонезия	Red	Red	Green	Green	Yellow	Green	Yellow
Австралия	Green	Green	Green	Yellow	Red	Yellow	Green
Россия	Green	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green
ЮАР	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Канада	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Red
США	Green	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Red
Колумбия	Yellow	Yellow	Green	Red	Yellow	Red	Yellow

Анализ риск-факторов воздействующих на экспорт угля, по странам, показывает, что российская угольная промышленность, наряду с австралийской, находится в относительно благоприятных условиях для наращивания экспорта.



Рейтинг конкурентоспособности стран-экспортеров угля

Оценивая в целом мировое потребление угля можно согласиться с прогнозными оценками ведущей британской нефтегазовой компании (BP):

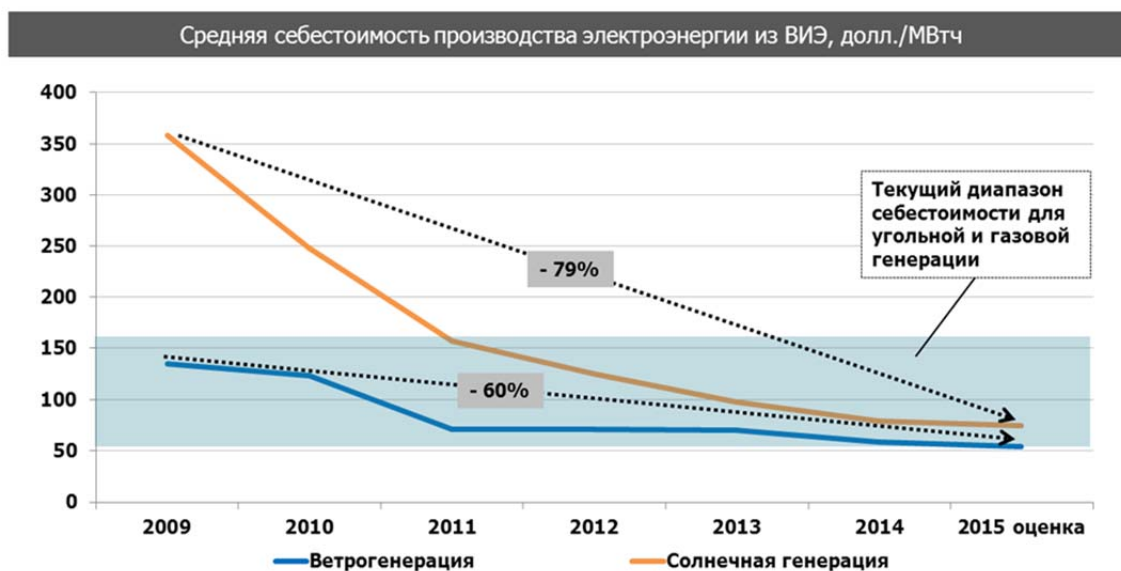
- среднегодовые темпы роста потребления угля в мире сократятся с 4% в 2000-2016 гг. до 0,4% в 2016-2030 гг. (прогноз Международного Энергетического Агентства на 2016-2021 гг. – 0,6%);
- ожидается, что пик потребления угля в мире придется на 2030 год, после чего начнет снижаться;
- в структуре мирового ТЭБ прогнозируется снижение доли угля с 29-30% в 2000-2015 гг. до 23,5% в 2035 г. за счет развития ВИЭ, газа и ГЭС, являющихся менее экологически вредными по сравнению с углем.

3.2.5. Рынок ВИЭ

Благодаря снижению себестоимости, возобновляемые источники энергии постепенно становятся все более конкурентоспособными по сравнению с более традиционными энергоносителями. Так, за последние 15 лет себестоимость производства солнечных панелей снизилась в 6 раз, а их КПД возрос в 3 раза. Схожая динамика снижения себестоимости наблюдается и в ветрогенерации. При этом прогнозируется дальнейшее снижение себестоимости генерации электроэнергии с помощью ВИЭ.

В настоящий момент ВИЭ во многих странах получают существенную поддержку в виде субсидий. По оценкам МЭА, размер таких субсидий в 2014 г. составлял 135 млрд долларов и ожидается, что данный показатель продолжит расти.

По состоянию на 2015 г. доля ВИЭ в глобальном потреблении энергии составляет около 3%. При этом масштаб средств, которые ежегодно тратятся на ВИЭ, уже сопоставим с инвестициями в нефтегазовом секторе. В 2015 г. инвестиции в секторе ВИЭ составили 329 млрд долларов.



Таким образом, влияние ВИЭ на мировой рынок нефти в ближайшие 15 лет будет достаточно скромным. Распространение ВИЭ будет способно снизить мировой спрос на нефть на 1,2 млн барр./сут. к 2030 г. Причем наибольшее влияние на спрос на нефть среди ВИЭ будет оказывать рост потребления биотоплив.

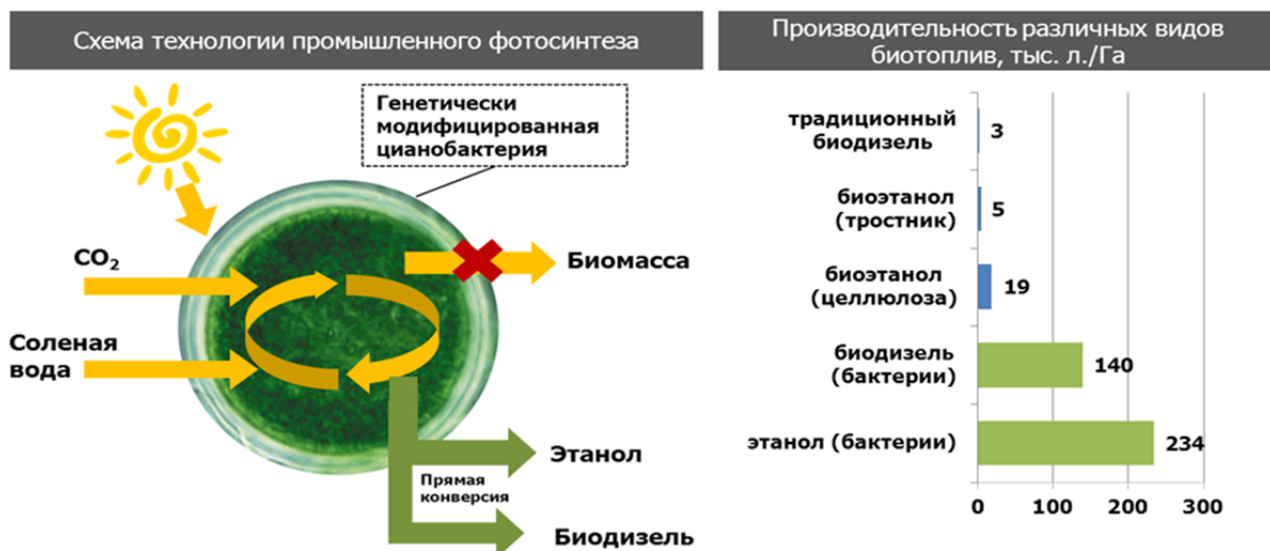
Согласно статистике Всемирного экономического форума, к 2040 году возобновляемые источники энергии будут занимать наибольшую долю в общей структуре топливно-энергетического баланса стран ОЭСР, мира или кого - ???) А какова оценка российских экспертов для мира, ЕС и России -??) - 60%.

Причины такого прогноза:

- 📖 ветряная и солнечная энергия - самые дешёвые механизмы производства энергии на текущий период времени. Благодаря данному обстоятельству у многих стран третьего мира появились возможности развития инфраструктуры и производства.
- 📖 всемирный переход на ВИЭ обусловлен прогнозируемым падением цен на данный вид ресурсов в 2030 году в общей сложности более чем на 1/3.
- 📖 сегодняшние колоссальные вложения стран АТР и ЕС в ВИЭ связаны с высокими ожиданиями игроков относительно окупаемости затрат в двадцатилетней перспективе. При этом противоречивыми остаются прогнозы относительно положительного климатического эффекта от данного топлива.

Тем не менее, развитие технологий и требования отрасли идут разными темпами, за счет чего даже при наличии весомых аргументов в пользу электромобилей мировой транспортный сектор не в состоянии переориентировать все производство одномоментно. Для масштабной модернизации может потребоваться не одно десятилетие. Об этом свидетельствует

статистика другого аналитического центра – Международного энергетического агентства .



Несмотря на то, что ВИЭ – самый быстрорастущий источник энергии в мире, скорость увеличения его доли в общем мировом энергопотреблении будет зависеть от нескольких факторов:

- 📖 способности развитых стран в дальнейшем придерживаться политики перехода на возобновляемые ресурсы;
- 📖 от финансовых возможностей, позволяющих государствам строить инфраструктуру под новый вид топлива;
- 📖 от степени вероятности дальнейшего падения рыночной цены на ВИЭ.

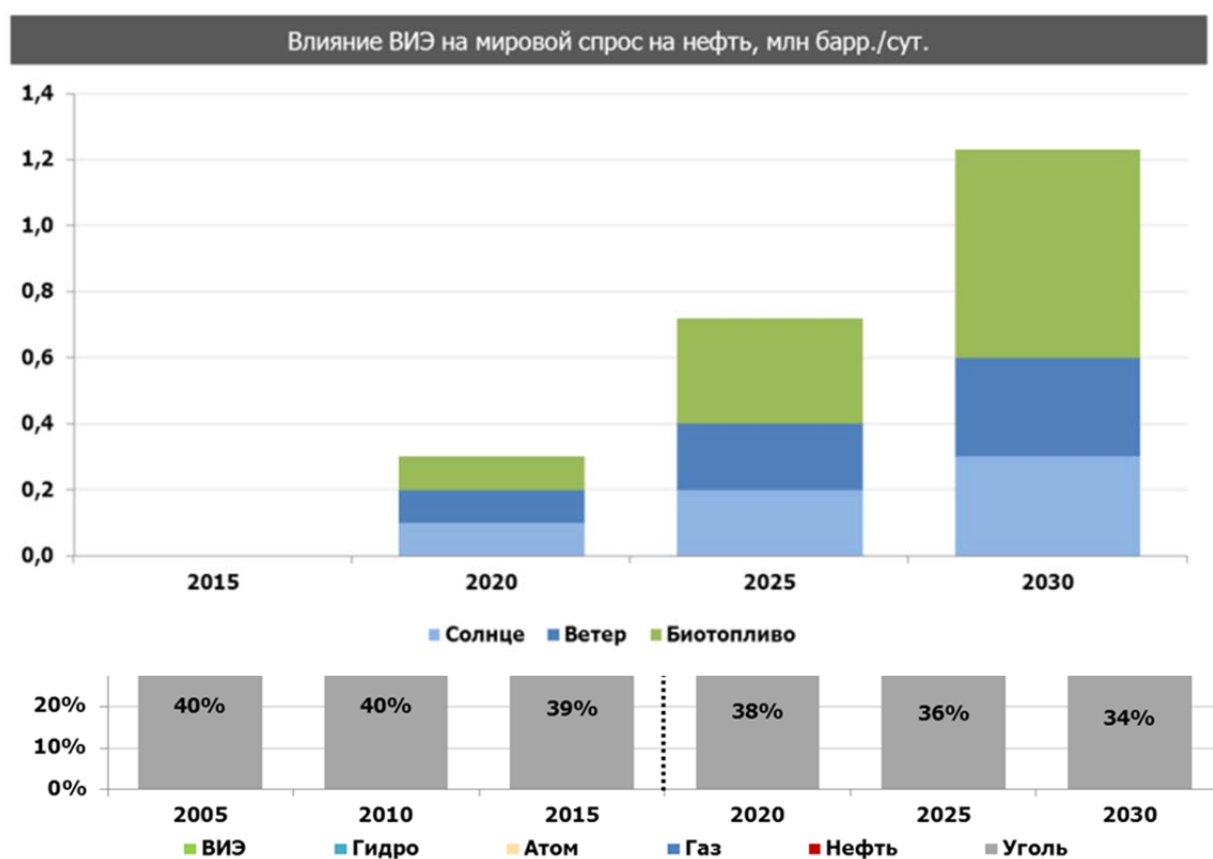
Поэтому с учетом вышеизложенных аспектов при наращивании использования возобновляемых источников в мировом энергетическом потреблении к 2040 году удастся добиться значительного, но не лидирующего положения ВИЭ среди остальных энергоресурсов (16%, согласно данным МЭА, от мирового потребления).

Европейские страны еще в состоянии быстрыми темпами нарастить мощности для ВИЭ, так как приняли меры по закрытию нефтяного и угольного производства, терпящего большие убытки. Например, Соединенное Королевство планирует обеспечить превалирование электрозаправок над бензоколонками к 2020 году (ВЭФ). США уже давно поддерживает биодизельное топливо и сланцевый газ.

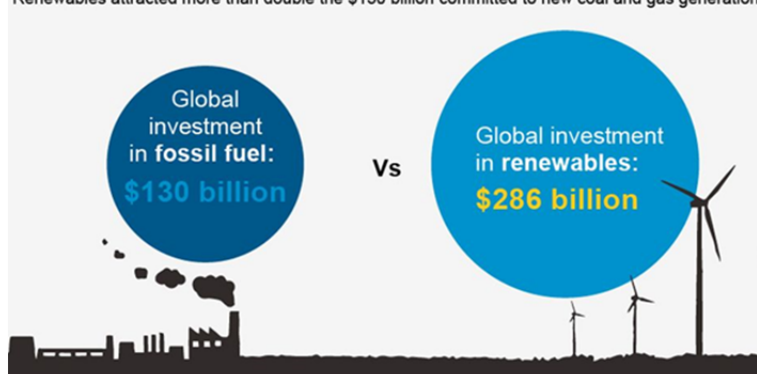
Тем не менее, для развивающихся стран и стран третьего мира с большими угольными и нефтяными запасами, технологическим отставанием и большим

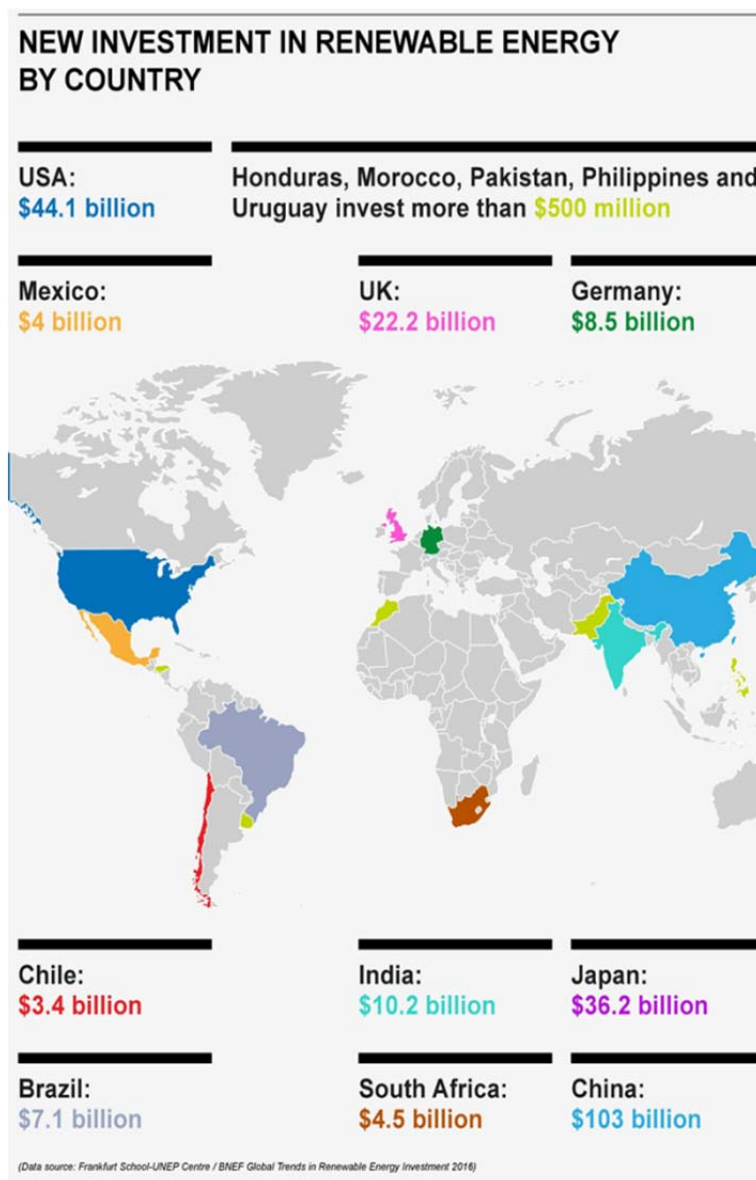
процентом бедного населения угольная промышленность дает шанс на энергообеспечение в масштабах всей страны. Угрозой для угольного потребления в этих странах является постепенное сокращение финансирования угольных проектов большинством европейских стран и США. Сокращение притока инвестиций в угольную отрасль в развивающихся странах не вызовет положительных изменений в силу отсутствия технологий и/или альтернативных источников топлива. Благодаря наличию других финансовых источников, кроме стран ОЭСР, развивающиеся страны смогут поддерживать производство угля на том же уровне. В то же время развитый мир может полностью не выходить из угольных проектов, а дать им новое направление развития: профинансировать строительство мощностей, не оказывающих сильного негативного влияния на климат, вложить инвестиции в новейшие технологии.

Поэтому, согласно статистике МЭА, уголь как ресурс спустя четверть века сможет еще оставаться востребованным источником топлива. На Графике 5.1 заметно, что в 2016 году 27% от общего мирового потребления ресурсов составило угольное потребление. При этом падение к 2040 году будет составлять 5% в основном за счет сокращения потребления КНР, Индией и США.



Renewables attracted more than double the \$130 billion committed to new coal and gas generation.





Если прибавить к инвестициям объем ежегодных субсидий, то получится сумма, примерно равная ежегодным инвестициям в нефтегазовую отрасль. Данный факт свидетельствует о том, что ВИЭ пока проигрывают традиционным энергоносителям по уровню экономической эффективности. Вместе с тем, учитывая цели, которые поставили перед собой многие страны в рамках Парижского соглашения по климату, можно ожидать, что доля ВИЭ в мировом энергобалансе продолжит расти. При этом распространение солнечной и ветрогенерации не окажет существенного влияния на мировой спрос на нефть,

поскольку на долю нефти приходится лишь около 4% производимой в мире электроэнергии.

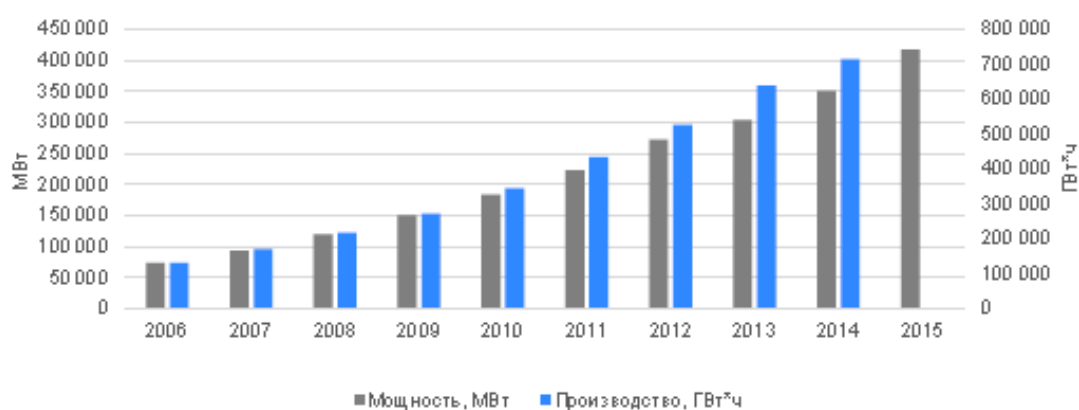
Рост потребления биотоплив в последние 10 лет напрямую связан с энергетической политикой в развитых и развивающихся странах. Более 60 стран приняли стандарты по обязательному вовлечению биотоплив в состав бензина и ДТ. Однако падение цен на нефть в 2014 г. затормозило развитие отрасли. Инвестиции в биотоплива в 2015 сократились до 1 млрд долларов по сравнению с 27 млрд в 2007 г.

Технологический прорыв в производстве биотоплив может дать отрасли новый импульс. Перспективные технологии производства биотоплив нового поколения предполагают превращение энергии солнца в топливо путем прямой конверсии с использованием генетически модифицированных цианобактерий. В настоящее время такие технологии проходят опытные испытания. Запуск первых коммерческих проектов запланирован на 2017-2018 гг. По заявлениям производителей, биотоплива нового поколения будут рентабельными при цене нефти в 50 долл./барр., что сопоставимо с наиболее экономически эффективным производством в Бразилии.

Ветровая генерация характеризуется значительным непостоянством источника в большинстве регионов. Однако, все больше регионов стараются максимально задействовать существующие ресурсы ВИЭ.

Таким образом, установленная мощность ветрогенерации возросла в 2015 г. на 19%. Производство энергии растет менее значительными темпами, годом ранее выработка ветровых электростанций выросла на 12%.

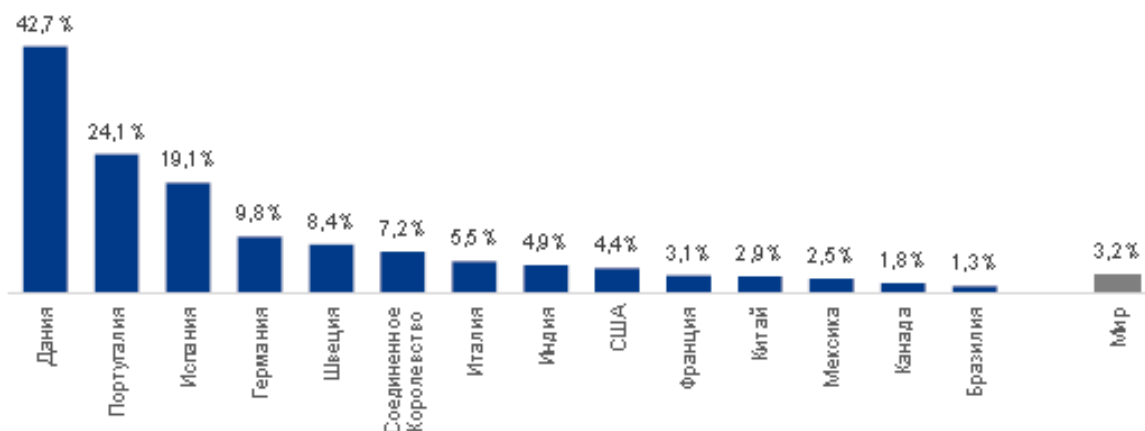
График 3.18. Установленная мощность и производство ветровой энергии



Наибольшая доля ветрогенерации добывается в Дании, где посредством ветра производится 42,7% электроэнергии. Другие европейские страны также имеют высокую долю ветровой генерации: Португалия – 24,1%, Испания – 19,1%, Германия – 9,8%.

Мировая доля ветра в генерации электроэнергии составляет 3,2%.

График 3.19. Доля ветряной генерации в общей генерации электроэнергии



3.3. Инфраструктурная среда ТЭК

Транспортная и энергетическая инфраструктура играет центральную роль в развитии мировой системы, интеграции локальных, региональных и глобальных рынков. Между тем такая инфраструктура нуждается в комплексном управлении, что определяет формирование на ее базе соответствующих институциональных пространств. Уже в настоящее время эта тенденция выражена в виде формирования различных «коридоров развития», в том числе и международных, наднациональных органов регулирования работы инфраструктуры, в том числе энергетической (в первую очередь в ЕС). Эта тенденция взаимосвязана с развитием международных стандартов работы инфраструктурных объектов (портов, аэропортов, железных дорог, логистических узлов), соответствие которым во многом определяет конкурентоспособность региональной экономики. В перспективе эти тенденции продолжатся, как в плане расширения географического и отраслевого охвата таких институциональных пространств, так и в тенденции перехода к «единому институционально-инфраструктурному пространству» хозяйственной деятельности в рамках мировой энерго-эколого-экономической системы.

3.4. Институциональная среда ТЭК

3.4.1. Корпоративная структура

В силу высокого уровня капиталоемкости и стратегической значимости энергетика исторически выделялась и в настоящее время выделяется высоким уровнем концентрации производства. В сочетании с огромной ролью ключевых объектов энергетической инфраструктуры (трубопроводов, портовых терминалов, электроэнергетических сетей) и высокой отдачей от масштаба это формирует предпосылки для энергетического монополизма. Он может включать как «естественные монополии»³⁹, обусловленные технологическими особенностями отрасли, так и искусственные монополии, созданные и поддерживаемые политическими и корпоративными структурами для извлечения сверхприбыли. Такие монополии, как правило, отличаются низкой прозрачностью и слабо подотчетны как обществу на национальном уровне, так и международному сообществу. Преобладание монополистических структур несовместимо с переходом к устойчивому развитию, поскольку их цели – извлечение сверхприбыли – по определению противоречат целям и задачам устойчивого развития.

В этой связи одним из центральных направлений перехода к устойчивому развитию в энергетике является повышение уровня публичности энергетических субъектов (как компаний, так и государственных регуляторов) и их подотчетности публике. Эта задача связана и с развитием частно-государственного партнерства как одного из важнейших инструментов согласования интересов общества и бизнеса. В последние годы наметилась позитивная тенденция роста публичности и подотчетности многих энергетических компаний, в том числе за счет развития нефинансовой отчетности, роста ее значимости для капитализации и развития компании, осознания ее значения руководством крупнейших корпораций. Постепенно идет процесс внедрения принципов устойчивого развития в систему управления энергетическими компаниями. Повышение уровня публичности будет способствовать постепенному преодолению энергетического монополизма и переходу к новой парадигме энергетического развития, основанной на новых моделях ценообразования, новых принципах национального и международного

³⁹ Естественные монополии России // под общ. ред. Саакяна Ю.З. Ин-т проблем естеств. монополий. М.: ИПЕМ, 2007. 408 с.

регулирования, новых принципах организации корпораций – более «горизонтальных», инклюзивных и демократичных. Вместе с тем, эти процессы в настоящее время находятся в начальной стадии развития и сталкиваются с существенными препятствиями и ограничениями, которые необходимо преодолевать.

Для нефтяного рынка характерны противоречия между национальными нефтяными компаниями (ННК) и международными нефтяными компаниями (МНК), а также процессы приватизации и национализации нефтегазового сектора в развивающихся странах. В последние годы дополнительным фактором нестабильности стало появление третьего важного класса компаний – национальных нефтяных компаний стран – нетто-импортеров нефти, особенно китайских (PetroChina, Sinopec, CNOOC), которые становятся конкурентами МНК.

Доля 6 крупнейших МНК в мировой добыче нефти составляет 22,2%, в мировой нефтепереработке – 23,6%. Доля 6 крупнейших ННК⁴⁰ в мировой добыче нефти составляет 37,5%, в мировой нефтепереработке – 17,8%. При этом ННК доминируют в добыче нефти, а МНК – в переработке, сбыте и операциях на рынке. Это обстоятельство определяет их доминирование по выручке и по прибыли (наряду с большей операционной эффективностью, несмотря на худшую структуру запасов).

Главной тенденций в корпоративной структуре нефтегазовой отрасли будет снижение роли вертикально-интегрированных нефтяных компаний (ВИНК), которое затронет как МНК, так и ННК. В условиях роста значения независимых компаний противоречия между МНК и ННК неизбежно отойдут на второй план.

Добыча нефти. Эта уже наблюдающаяся тенденция будет усиливаться по мере истощения имеющихся у МНК нефтегазовых месторождений, а у ННК – в силу необходимости повышения эффективности. На малые и средние нефтяные компании в США в настоящее время приходится до 40% добычи нефти, а в перспективе эта доля будет расти как в США, так и в других странах мира, особенно при эксплуатации истощенных месторождений и месторождений с трудными геологическими условиями.

Переработка нефти. В настоящее время в США независимые нефтеперерабатывающие компании, (Valero, Sunoco, Koch, Tesoro и др.) уже контролируют 42% мощности НПЗ. В будущем их роль будет возрастать и к 2030

⁴⁰ Национальные нефтяные компании

г. может достичь 80%. К 2030 г. в связи с развитием альтернативных видов топлива, ужесточением экологических требований и усложнением топливного рынка роль ВИНК в нефтепереработке сократится, а независимых компаний – возрастет. По схожим причинам в 1990-е гг. нефтехимический бизнес был в большинстве случаев выведен из состава ВИНК и либо продан, либо превращен в отдельную компанию.

Сервисные компании. К 2030 г. решающую роль в освоении и эксплуатации месторождений будут играть независимые сервисные компании. В США и в меньшей степени в Европе уже существует слой сервисных компаний, которые играют большую роль в разведке, разработке и эксплуатации низкорентабельных и сложных в геологическом отношении месторождений. Уже сейчас независимые сервисные компании составляют конкуренцию для МНК в конкурсах за статус операторов крупных месторождений в развивающихся странах.

К 2030 г. главной компетенцией ВИНК станет интеграция деятельности множества специализированных компаний - роль «генерального подрядчика». Собственно производственные функции освоения и эксплуатации месторождений будут выполнять независимые компании.

Многие ВИНК станут активно развивать направления бизнеса за пределами добычи углеводородов – электроэнергетику, возобновляемую энергетику, производство альтернативных видов топлива и пр. В связи с медленным ростом спроса и ростом издержек от ВИНК потребуются глубокая перестройка для адаптации к новым условиям. В особенно сложном положении окажутся МНК из-за снижения или стагнации спроса на углеводороды в развитых странах. ННК стран – нетто-экспортеров также столкнутся с серьезным кризисом сбыта, ростом издержек добычи и падением прибыли. Напротив, ННК стран – импортеров углеводородов будут наиболее активно развивающейся группой ВИНК, поскольку они принадлежат развивающимся странам Азии (Китай, Индия и др.) с быстро растущим спросом на углеводороды. К 2030 г. они станут ведущими операторами проектов в других развивающихся странах, частично вытеснив оттуда МНК, и смогут поставить под косвенный контроль национальные нефтяные компании стран – экспортеров углеводородов, поскольку благополучие последних будет зависеть от рынков азиатских стран.

На производном уровне, высокая концентрация нефтяного рынка является важным фактором высокой волатильности цен на биржевом рынке. Согласно отчету CFTC (Commitments of Traders), по состоянию на 19 июля 2011 г. 95%

позиций приходилось на крупных игроков с позициями не менее чем в 350 контрактов. Таких крупных игроков на рынках различных типов насчитывалось всего 533 в США (и 225 на рынке ICE в Лондоне).

Рост добычи и экспорта в нескольких крупнейших районах дешевой угледобычи при закрытии маломощных и неэффективных шахт в других регионах будет способствовать консолидации отрасли. В 2010 г. на 5 крупнейших угольных компаний пришлось 17% добычи, на 10 компаний - 25 %, на 25 компаний – 36%. К 2030 г. доля 25 компаний может возрасти до 50-60%, а к 2050 г. – до 65-75%.

Всеобщий процесс глобализации затронул и мировую угольную промышленность, выразившись в консолидации угольных активов финансово-промышленными группами (ФПГ) или транснациональными компаниями (ТНК). Укрупненные структуры имеют устойчивое финансовое положение, что позволяет обеспечивать необходимые инвестиции в основной капитал угольных компаний, дает возможность применять трансфертное ценообразование, оптимизирующие установленные законом технологические платежи.

Разработкой месторождений угля в странах ОЭСР, прежде всего в США и Австралии, занимаются консорциумы, в состав которых входят крупные мировые горнодобывающие, металлургические компании и трейдеры, имеющие отработанные логистические схемы и стабильные высокодоходные рынки сбыта.

В странах АТР – Китае, Индии, Индонезии и Вьетнаме в развитии угольной промышленности велико участие государства. В регионах, где разворачивается ввод новых мощностей по добыче угля (Мозамбик, Монголия, Россия и Колумбия), строительство и поддержание мощностей осуществляется за счет средств недропользователей и привлеченных финансовых ресурсов (займы, кредиты).

В перспективе изменение корпоративной структуры в развитых странах главным образом будет продиктовано целесообразностью и эффективностью владения угольными активами крупнейшими ФПГ и портфельными инвесторами. Так, существенное снижение угольных котировок в 2011-2015 годах привело к банкротству крупнейших угледобывающих компаний в США, на которые приходилось 25 % добываемого в стране угля. Структуры, связанные с госкомпаниями Китая и Индии напротив будут поддерживать и приобретать угольные активы с целью диверсификации и снижения издержек производства.

Рынок электроэнергии отличается наименьшей степенью интеграции и наибольшим разнообразием рыночных моделей по сравнению с другими энергетическими рынками, которые формируются при наиболее активном участии и регулировании со стороны государства. Выделяют несколько основных моделей организации рынка. Вертикально-интегрированные компании (локальные или государственные монополии) контролируют всю единую технологическую цепочку производства, передачи и сбыта электроэнергии. В рамках моделей конкурентного рынка предполагается организация конкуренции в производстве и (или) сбыте электроэнергии при сохранении государственного регулирования естественно-монопольных секторов (передачи и управления).

Государственная регулируемая монополия действует во Франции, локальная – в некоторых штатах США, модель единственного покупателя – в Южной Корее, Китае, Мексике, конкурентные рынки – в Великобритании, Скандинавских странах, некоторых штатах США. Преобладание той или иной модели, направление и эффективность реформ энергетики в конкретной стране определяются рядом технологических факторов.

Инфраструктурная сложность электроэнергетики на наиболее продвинутых рынках привела к формированию инновационных инфраструктурных рынков: рынка услуг оператора, рынка вспомогательных услуг (компенсация мощности и напряжения), рынка пропускной способности линий электропередачи.

В 2000-е гг. произошла значительная концентрация мировой добычи урана крупнейшими его производителями. 89% мировой добычи приходится сегодня на первые десять компаний (Areva, Cameco, Rio Tinto, НАК «Казатомпром», ОАО «Атомредметзолото», BHP Billiton, Navoi, Uranium One, Paladin и General Atomics), причем на первые три из них — более 50%.

3.4.2. Глобализация и регионализация рынков

В последние годы на мировых энергетических рынках произошли события, свидетельствующие о том, что эти рынки близки к своей принципиальной модификации. Происходит формирование новых достаточно четко выраженных тенденций в энергетическом развитии. Одними из важнейших и выступающих в

качестве глобальных вызовов мировому сообществу являются тенденции технологической глобализации и ресурсной регионализации в энергетике.

Движение в этих направлениях стало прослеживаться относительно недавно. Но уже сегодня наблюдается значительное их усиление. Следует рассматривать эти тенденции, прежде всего, с позиции потенциальных источников будущего энергетического и экономического развития.

Технологическая глобализация как тенденция энергетического развития подразумевает процесс усиления конкуренции и рост востребованности новых энергетических технологий⁴¹, в основе которого лежит расширение их глобального трансферта. Этот процесс во многом будет обеспечивать движение в направлении формирования нового энергетического уклада в мире, который заключается в трансформации рынка энергетического сырья в рынок энергетических услуг и технологий.

В настоящее время следует выделить две объективные предпосылки технологической глобализации в энергетике:

- стремительный рост спроса на энергетические ресурсы со стороны развивающихся стран, происходящий на фоне относительно быстрого индустриального роста их экономик, возрастающего уровня жизни и урбанизации (на сегодняшний день, прежде всего, Китай, в более отдаленной перспективе Индия);
- концентрация технологий и значительное научно-техническое превосходство развитых стран в сфере энергетики над остальными государствами.

Складывается ситуация, при которой развитые страны располагают самыми передовыми технологиями добычи, переработки и конечного потребления энергоресурсов, имея относительно небольшие объемы самих ресурсов, в то время как развивающиеся страны, в которых сосредоточена большая и лучшая часть их мировых запасов, значительно ограничены отсутствием у них соответствующих технологий. При этом экономическое развитие в развивающихся странах

⁴¹Энергетические технологии в данном случае подразумеваются в широком смысле: как технологии добычи ископаемых видов топлива (добычи нетрадиционных нефти и газа, глубоководной добычи и др.), технологии альтернативной энергетики (ветроэнергетика, гелиоэнергетика и др.), так и технологии конечного потребления (по направлениям моторизации, электрификации и др.).

порождает аппетит на энергию, который можно удовлетворить только за счет расширения потребления всех видов топлива, в том числе нетрадиционных углеводородов (сланцевые нефть и газ) и возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Для многих развивающихся стран императивом в будущем будет являться диверсификация своего энергобаланса и использования новых технологий в области конечного потребления энергии. Это будет способствовать возрастанию спроса на новые технологии и, как следствие, усилению тенденции технологической глобализации в энергетике, которая будет заключаться, прежде всего, в трансфере технологий из развивающихся в развитые страны. Процесс этот будет иметь долгосрочный характер, к 2030 г., вероятнее всего, он позволит несколько сократить технологический разрыв между странами, однако ожидать его полной ликвидации нет оснований.

Так, в последние годы мы можем наблюдать достаточно стремительный процесс движения энергетических технологий в сфере добычи нетрадиционных ископаемых ресурсов (в первую очередь сланцевый газ) и развития ВИЭ, осуществляемый США и странами Европы в Китай. В перспективе эта страна будет выступать как важнейший источник глобальной диффузии энергетических технологий. Китай обладает значительным потенциалом для их концентрации и абсорбирования: мировые технологические компании видят в Китае благоприятные условия для масштабной коммерциализации своих технологий.

Для технологий в области солнечной генерации основными странами-экспортерами выступают в первую очередь США, страны Европы, также Япония; основные потребители - азиатские страны (в первую очередь Китай) и страны Южной Америки. Для технологий в области ветрогенерации основными странами-экспортерами являются страны Европы, США; потребители - азиатские страны (главным образом Китай), страны Южной Америки (прежде всего, Бразилия). На сегодняшний день Китай превосходит другие страны мира по объемам инвестиций в ВИЭ. В этой стране за счет наращивания объемов производства оборудования ВИЭ, и в частности для секторов солнечной и ветрогенерации, происходит процесс значительного сокращения их

себестоимости⁴². Этот процесс, в свою очередь, будет выступать фактором распространения новых энергетических технологий из Китая в другие азиатские страны. Нарастание конкуренции в области новых энергетических технологий – важнейший характерный признак технологической глобализации в энергетике.

Обладание и эффективное применения новых технологий в области добычи нетрадиционных источников энергии последние годы дали толчок развитию их добычи в Северной Америке. Так, начало добычи значительных объемов сланцевого газа в США открыло потенциальные возможности начала его добычи и в других развивающихся странах. Сегодня наблюдается особенно значительный интерес к этим ресурсам со стороны Китая, который намерен наращивать трансферт технологий и знаний в области добычи сланцевого газа из США. На сегодняшний день это процесс во многом приобретает системные черты и представлен движением технологий и «ноу хау» в области добычи сланцевого газа, как с технической, так и с коммерческой точки зрения. Об этом говорят и движение в направлении межгосударственного сотрудничества, взаимодействия национальных научно-исследовательских институтов и межфирменной кооперации двух стран.

Отметим, что технологическая глобализация в значительной степени будет следствием процесса формирования нового крупного инвестиционного цикла в мировой энергетике, главными драйверами которого выступают:

- потребность в замене большого количества изношенных генерирующих мощностей в индустриально развитых странах;
- необходимость обеспечения энергетической инфраструктурой развивающихся стран с быстрыми темпами экономического роста (прежде всего государств Азии);
- общее движение крупных энергопотребителей в направлении обеспечения энергетической безопасности и диверсификации национальных энергобалансов.

Как отмечалось выше, характерной чертой нового инвестиционного цикла будут структурные сдвиги и формирование такой модели будущей энергетики, где роль топливной энергетики и «нефтяного фактора» будет сокращаться.

⁴² Feng, F., and J. Wang. 2011. “Focusing on New Developments in Wind and Solar Power” (in Chinese). Survey Report No. 88, Development Research Center of the State Council, China.

Важнейшая предпосылка этого - относительный рост экономической привлекательности новых источников энергии и новых энергетических технологий. На сегодняшний день они представляются как новые центры притяжения инвестиций с более низкими, чем в традиционной энергетике, «порогами входа». Большинство стран мира стремится к энергетической достаточности, которой проще добиться через освоение более распространенных источников энергии, каковыми служат нетрадиционные углеводороды и ВИЭ, чем традиционные нефть и газ, сосредоточенные в ограниченном числе месторождений нескольких десятков стран мира. Не последнюю роль играет и фактор традиционно высоких и достаточно волатильных мировых цен на нефть, которые сдерживают экономический рост, а также фактор экологии, приобретающий все больший вес в международной энергетической политике.

Наращивание процессов технологической глобализации в энергетике будет происходить за счет крупных технологических компаний. Ресурсный глобализм во главе с крупными добывающими транснациональными энергетическими компаниями сменится технологическим глобализмом во главе с крупными технологическими компаниями, которые будут концентрировать технологии.

Стоит отметить, что в условиях распространения тенденции технологической глобализации в энергетике для ряда стран, экспортирующих преимущественно сырье, важнейшим риском выступает возможность отставания национальных энергетических секторов от ускоренного технологического развития в передовых странах. Для предотвращения подобного сценария этим странам, к которым, в частности, относится и Россия, необходимо проведение широкого инновационного обновления отраслей топливно-энергетического комплекса и их интеграция в процессы технологической глобализации.

Процесс технологической глобализации во многом будет выступать катализатором усиления другой тенденции в мировой энергетике - **ресурсной регионализации**. Под ресурсной регионализацией как тенденцией энергетического развития подразумевается процесс формирования отдельных региональных энергетических рынков, для которых характерна близкая структура потребления локально доступных для производства энергетических ресурсов, за счет которых в значительной мере достигается сокращение региональной зависимости от импортных поставок из прочих стран.

Технологическая глобализация, которая заключается в быстром распространении новых технологий в ключевых регионах мира, будет основой регионализации в области собственно поставок энергоресурсов: на базе этих новых технологий станет возможным принцип энергетической самообеспеченности регионов – ключевых импортеров энергоносителей. Так, трансферт энергетических технологий в сфере добычи сланцевого газа и развития ВИЭ, осуществляемый странами Европы и США в последние годы в Китай, в перспективе позволит последнему обеспечить развитие этих новых энергетических направлений и тем самым снизить свою зависимость от внешних поставок углеводородов.

Ключевым трендом добычи газа в США стала так называемая «сланцевая революция», которая произошла благодаря высоким ценам на нефть в прошлые годы, обеспечивающим приток инвестиций в отрасль, и развитию новых технологий – главным образом, бурение горизонтальных скважин. В рамках данной тенденции объем добычи газа на сланцевых месторождениях с 2005 по 2010 год вырос более чем в 12 раз, а с 2010 по 2015 более чем в 3 раза и достиг 269,8 млрд куб. м. В 2016 году, по нашей оценке, добыча сланцевого газа в США составила 287,7 млрд куб. м. Совокупная добыча газа в США выросла с 2005 по 2016 год на 242 млрд куб. м., а вклад сланцевых месторождений составил 268,9 млрд куб. м., т.е. традиционная добыча газа снизилась.

Развитие добычи сланцевого газа в США уже позволило стране отказаться от поставок СПГ из Катара и снизить свою зависимость от поставок нефти из неустойчивых в политическом отношении стран Северной Африки и Ближнего Востока. Тем самым, США на деле начали реализацию принципа самодостаточной региональной энергообеспеченности. По этому же пути, в определенной мере, идет и Европа, делая ставку на использование ВИЭ и диверсификацию газовых поставок. В этом ряду также стоит и Япония, которая, несмотря на катастрофические последствия аварии на АЭС Фукусима-1 в 2011 г., делает ставку на развитие атомной энергетики нового поколения, наращивания мощностей ВИЭ. В стране в 2013 г. впервые была осуществлена попытка добычи газогидратов со дна океана. Если этот опыт окажется успешным, то в Восточной Азии откроются принципиально новые перспективы регионального самообеспечения за счет огромных ресурсов газогидратов, сосредоточенных в Восточно-Китайском и Южно-Китайском морях.

Таблица 1. Основные центры ресурсной регионализации в мире

Центры ресурсной регионализации	Основные драйверы процесса ресурсной регионализации
США и Канада	Нетрадиционные источники энергии: в США – сланцевый газ, в Канаде – битуминозные пески, частично сланцевый газ.
Европа	ВИЭ и энергосбережение.
Бразилия, Венесуэла	ВИЭ в Бразилии, тяжелая нефть в Венесуэле
Китай	ВИЭ (главным образом ветрогенерация), сланцевый газ, технологии «чистого» угля, энергосбережение
Япония	Атомная энергетика нового поколения, ВИЭ (прежде всего солнечная генерация), газогидраты (?)
Россия	традиционные ресурсы нефти и газа
Ближний Восток	традиционные ресурсы нефти

Примечание - Источник: ИЭС, 2013⁴³

Таким образом, фундаментальным фактором сдвига к регионализации мировой энергетики в ближайшей перспективе станут долгосрочные изменения в структуре ТЭБ, прежде всего, в пользу почти повсеместно доступных ВИЭ, что в целом снизит значимость прямых поставок ресурсов между регионами. Это в свою очередь повысит значимость технологической и организационной глобализации.

В ближайшие десятилетия будет происходить именно конвергенция процессов глобализации и регионализации в энергетической сфере. На смену глобальному доминированию производителей энергии постепенно будет приходить доминирование ее покупателей. При этом нельзя говорить о том, что регионализация отменяет глобализацию: пока они развиваются параллельно и дополняют друг друга. Процессы глобализации на энергетическом рынке в перспективе, с одной стороны, будут ослабляться за счет сокращения роли нефти в мировой энергетике. С другой стороны, фактором сохранения глобализационного тренда в энергетике являются развитие интеграционных процессов на мировом газовом рынке (прежде всего, за счет наращивания СПГ, спотовой торговли природным газом, расширения направлений трубопроводных поставок газа). Объективными факторами этих процессов являются: стремительное развитие инфраструктуры (СПГ), резкий рост числа участников рынка, рост ценовых диспропорций между мировыми газовыми рынками и расширение биржевого ценообразования. Другими словами, формирование

⁴³ Мастепанов А.М., Степанов А.Д., Горевалов С.В. и др. Нетрадиционный газ как фактор регионализации газовых рынков /под. общ. ред. А.М. Мастепанова, А.И. Громова. М.: ИЦ «Энергия», 2013. С. 5

явных деглобализационных тенденций на энергетических рынках пока не наблюдаются, однако в перспективе (в лучшем случае после 2030 г.), по мере сокращения роли природного газа⁴⁴ эта тенденция будет усиливаться.

3.4.3. Региональные интеграционные процессы

Основой интеграции товарных рынков является глобальная транспортная и коммуникационная инфраструктура. Ее развитие шло на протяжении всего XIX и XX века, однако в этом процессе можно выделить два решающих скачка.

Первый скачок – транспортная и коммуникационная революция во второй половине XIX века в виде глобальной телеграфной сети, сети железных дорог и системы морских перевозок, которая сделала возможной первую волну глобальной экономической интеграции. Так, за 1870-1914 гг. транспортные издержки на морских перевозках сократились на 45%⁴⁵, падение издержек на сухопутных перевозках на большие расстояния было еще большим.

Второй скачок – информационно-коммуникационная революция конца XX века, которая сопровождалась дальнейшим прогрессом в развитии транспорта. Основные направления включают авиатранспорт, контейнерные перевозки, автомобилизация, создание системы мультимодальных хабов между различными видами транспорта и технологий управления логистическими цепочками.⁴⁶ В 1950-2000 гг. преобладала тенденция снижения издержек, особенно в авиатранспорте, но она носила более умеренный характер, чем в конце XIX века. При ограниченном снижении платы за перевозки резко возросла их скорость. Это оказалось весьма важным фактором в условиях нарастающей тенденции к вертикальной интеграции экономической деятельности в различных сегментах экономики и промышленности. Фактически, можно говорить о «второй транспортной революции», которая сделала возможным «гибкое производство» в глобальных масштабах, глобальные производственные сети и цепочки, широкое развитие оффшоринга, интернационализацию не только обмена, но и производства.

⁴⁴ На сегодняшний день он рассматривается во многом как промежуточный энергоресурс при переходе от топливной энергетики к возобновляемой.

⁴⁵ Mohammed, Saif I., and Jeffrey G. Williamson. 2004. Freight Rates and Productivity Gains In British Tramp Shipping 1869–1950. *Explorations in Economic History*, 41(2): 172–203. North, Douglass. 1958. Ocean Freight Rates and Economic Development 1750–1913. *Journal of Economic History*, 18(4): 537–55.

⁴⁶ Hummels, David. 2007. Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization. *Journal of Economic Perspectives*, 21, 131–154.

В настоящее время сложились предпосылки для третьего скачка – интегрированного развития инфраструктуры нового поколения и соответствующей системы ее международного регулирования. Запрос на создание такой системы обусловлен развитием глобальных производственных цепочек и региональных производственных систем, усилением роли промышленно-технологических кластеров, тенденциями технологической глобализации, реализацией многими странами мира стратегий неоиндустриального развития.

Глобальные производственные цепочки нуждаются в особом регулировании и обеспечении согласованности работы всех их элементов. Эти функции обеспечивает сложная система структур и институтов, включая глобальные и региональные транспортные и логистические компании, системы управления поставками крупных корпораций, глобальные и региональные торговые соглашения, особенно касающиеся поставок промежуточных товаров, двусторонние торговые соглашения, национальные и международные органы регулирования режима прав интеллектуальной собственности, технологических стандартов и разрешения споров. Важность институциональных пространств, которые бы интегрировали эти структуры и институты, будет расти.

К настоящему времени остро ощущается потребность в их консолидации и координации, поскольку в настоящее время они действуют несогласованно. В связи с тем, что Дохийский раунд ВТО (которая должна регулировать подобные вопросы на мировом уровне) зашел в тупик, вероятен перенос их решения на уровень региональных соглашений. Уже сформированы пространства для европейской (Евросоюз) и североамериканской (НАФТА) производственных систем. Остро стоит вопрос о формировании такого пространства в Восточной Азии. Восточноазиатская производственная система является крупнейшей и самой быстрорастущей в мире, но в связи с политическими противоречиями между странами региона, а также мягким противодействием США она пока не имеет адекватного институционального выражения. Это проблема должна в перспективе получить свое решение в форме регионального торгового соглашения и создания системы внутрирегиональных расчетов на основе национальных валют стран региона.

Проблемы энергообеспечения региональных производственных систем (уже существующих европейской, североамериканской, восточноазиатской, а также перспективных систем в других регионах мира) и создания соответствующих энергетических пространств с едиными (или по крайней мере

гармонизированными) принципами ценообразования и регулирования рынков выйдут на одно из первых мест в международных энергетических отношениях. В мировой энергетике, несмотря на наличие ряда глобальных рынков, продолжают доминировать региональные процессы и тенденции регионализации. Эту тенденцию отчасти уравнивает технологическая глобализация, охватывающая и энергетические технологии.

В настоящее время можно выделить два основных типа интеграции межгосударственных энергетических рынков.

Первый, традиционный тип интеграции — это рост межгосударственной торговли и развитие сопутствующей транспортной инфраструктуры. Во многих случаях, особенно в сфере поставок газа и электроэнергии, межгосударственная торговля монополизирована и осуществляется, помимо коммерческих контрактов, на основе межправительственных соглашений, т.е. с обеих сторон гарантируется государством. Необходимость этих гарантий связана, с одной стороны, с отсутствием устойчивых правил игры для продавцов (экспортеров) и покупателей (импортеров), единственным доводом которых остается подача исков в международный арбитраж. С другой стороны, с негибкой логистикой поставок, большая часть которых привязана к магистральным трубопроводам или ЛЭП, что не позволяет быстро заменить одного поставщика/потребителя на другого. В ряде случаев торговля может быть взаимосвязана с доступом хозяйствующих субъектов страны — импортера к добыче импортируемого энергетического сырья (характерный пример — сотрудничество КНР и Туркмении в сфере поставок газа).

Второй тип интеграции - не просто рост торговых или инвестиционных взаимосвязей на государственном или корпоративном уровне, а переход в той или иной степени к общим правилам регулирования и к хотя бы частичному открытию внутренних рынков (в сфере поставок потребителям) для хозяйствующих субъектов стран, участвующих в интеграции.

Говорить о стадийности перехода от первого типа интеграции ко второй пока можно лишь условно. В любом случае интеграция второго типа является функцией от спроса, т.е. ее двигателем становятся энергодефицитные страны. Страны — экспортеры энергоресурсов практически не имеют стимулов к интеграции второго типа со странами - импортерами по двум причинам. Первая — это их естественное стремление к максимизации экспортных доходов, которой противопоставлены прозрачность ценообразования и конкуренция между поставщиками. Вторая — почти повсеместное использование в странах —

экспортерах практики перекрестного субсидирования внутреннего потребления энергоносителей за счет доходов от его экспорта, что также противоречит принципам открытости рынков.

Основной парадокс заключается в том, что для интеграции энергетических рынков второго типа необходимо устойчивое превышение предложения над спросом. Страны, зависимые от импорта энергоресурсов, не заинтересованы во взаимной интеграции в условиях устойчивого дефицита, в этом случае их основной интерес – эксклюзивность отношений с поставщиками, которая гарантирует надежность поставок. Более того, склонность к интеграции проявляют, главным образом, страны, уже достигшие относительного насыщения внутренних рынков, т.е. способные поддерживать профицит предложения также и за счет относительной устойчивости величины спроса. Соответственно, растущие энергетические рынки менее склонны к интеграции.

Помимо ключевой роли энергодефицитных стран и необходимости превышения предложения над спросом, третьим условием интеграции рынков второго типа является глубокое доверие между странами, основанное на наличии общих экономических, социальных и политических институтов и правил регулирования. Иными словами, подобная интеграция межгосударственных рынков возможна только в условиях и как следствие более широкой интеграции, в которой энергетические рынки играют второстепенную роль.

В Евразии комплекс отмеченных условий сложился к настоящему времени только в странах Европы, а в других регионах мира – отчасти в рамках переживающей глубокий кризис НАФТА. В обоих случаях интеграция национальных рынков происходит на основе либерализации отношений, причем центрами интеграции выступают наиболее либерализованные национальные рынки (Великобритания, США).

То, что интеграция второго типа невозможна без либерализации – вполне очевидно, если понимать под интеграцией относительную свободу взаимоотношений хозяйствующих субъектов (а не только монополий) двух или более стран. Соответственно, основным препятствием к подобной интеграции служит неготовность внутренних рынков к демополизации отношений и, особенно, дерегулированию цен. Либерализация, в свою очередь, эффективна лишь при наличии определенного набора условий, отсутствие одного из которых может свести эффект реформирования к минимуму или вообще разрушить действующую систему экономических отношений.

Так, эффективность газового рынка США определяется наличием собственных достаточных ресурсов газа, добыча которых ориентирована пока исключительно на внутренний рынок, разветвленной сетью газотранспортной и газораспределительной инфраструктуры, обеспечивающей эффективность ее использования через разделение прав собственности на ГТС и прав на транспортировку газа по ней. Особым условием газового рынка США является высококонкурентная среда малого и среднего бизнеса, которая обеспечивает необходимую рыночную глубину и структурированность отрасли. Вышеизложенные факторы обеспечивают газовому рынку США возможность работать в системе «спрос-предложение», где обеспечение надежности поставок гарантируется большим количеством игроков на рынке и достаточным (если не избыточным) предложением газа.

В странах ЕС, взявших на вооружение опыт США, ситуация несколько иная, что уже приводит к другим эффектам от реформирования газовой отрасли. Во-первых, энергетическая безопасность ЕС зависит от надежности и гарантированности импорта достаточного количества газа из третьих стран, что сложно обеспечить без долгосрочных контрактов. Во-вторых, газотранспортная инфраструктура ЕС пока не является единым образованием, обеспечивающим эффективные перетоки газа из одной страны в другую.

Накопленный опыт реформирования газовых рынков государств-членов ЕС, США, КНР и других стран показывает, что универсального рецепта повышения эффективности и прозрачности газовых рынков не существует. Прямое заимствование зарубежного опыта без учета национальной специфики, зачастую, не приводит к желаемому результату.

Рыночные модели США, Великобритании и других стран ЕС в газовой сфере существенным образом различаются, как между собой, так и со сложившейся системой отношений в газовой отрасли государств-членов ЕАЭС. Различия касаются правовых основ недропользования, конкурентной среды в сфере добычи, транспортировки, хранения, переработки, распределения и маркетинга газа, правил и практики регулирования доступа и использования газотранспортной инфраструктуры, формирования цен на газ и тарифов на его транспортировку, организации рынков газа, законодательного регулирования импорта и экспорта газа.

В США сформирован высоколиквидный рынок газа, характеризующийся большим количеством поставщиков и высокоразвитой конкуренцией.

Взаимодополнение физического и финансового сегментов рынка США обеспечивают его высокую прозрачность и эффективность. Торговля физическими объемами газа происходит на 28 хабах (региональных рыночных центрах), через которые удовлетворяется около половины потребления газа в стране. Существует развитый рынок биржевых и внебиржевых операций с ценными бумагами, в которых в качестве базисного актива используется газ.

Ликвидность спотовой торговли на рынке газа США обеспечивается широким распространением центров электронной торговли, работающих на базе газотранспортных организаций. Ликвидная торговля на условиях спотовой поставки позволяет финансовым посредникам торговать расчетными фьючерсными контрактами на газовый актив и увеличивает ликвидность рынка. Функционирует система коммерческой балансировки ГТС.

Имеющийся опыт реформирования и последующего функционирования газового рынка США и Великобритании свидетельствует, что развитие биржевой торговли природным газом, в том числе в качестве обеспечения необходимой гибкости поставок газа, развитие производных финансовых инструментов, включая газовые фьючерсы и иные деривативы, способствует развитию прозрачного и конкурентного рынка газа.

Главная тенденция эволюции газовой отрасли заключается в увеличении ее интеграции с формированием все более крупных и диверсифицированных систем газоснабжения. Основные этапы этой эволюции – от региональных к национальным и затем транснациональным системам.

В результате интеграции газотранспортных систем уже сформировался трансконтинентальный рынок газа в Северной Америке, ЕС работает над созданием «Единого внутреннего рынка природного газа», лидером интеграционных процессов остается ЕСГ бывшего СССР. Одновременно быстро растут поставки СПГ, в том числе межконтинентальные (табл. 2.14).

Таблица 1. Эволюция газовых рынков

Характеристики	Локальные рынки	Национальные рынки	Межстрановые рынки	Трансконтинентальные рынки
Основной продукт	трубопроводный газ	трубопроводный газ	трубопроводный газ, СПГ	трубопроводный газ, СПГ
Инфраструктура	Единичные газопроводы между производителем и потребителем	Национальная система газоснабжения	Строительство мощных межгосударственных газопроводов большой протяженности, двусторонние поставки СПГ	Поставки СПГ и сетевого газа из нескольких стран, формирование межстрановых систем газопроводов
Объем рынка	Несколько млрд. м ³	Десятки-сотни млрд. м ³	Несколько сотен млрд. м ³	Более трлн. м ³
Институциональная структура газового рынка	Локальные вертикально-интегрированные монополии	Национальные вертикально-интегрированные монополии, независимые газодобывающие компании	Двусторонние межгосударственные соглашения, взаимодействие двух национальных монополий	Над-государственные «единые рынки газа». Многосторонние контракты между многими компаниями. Транснациональные вертикально интегрированные энергетические компании
Конкуренция	Отсутствует	При определенных условиях возможна конкуренция в добыче	Конкуренция между собственной добычей и импортом	Конкуренция между собственной добычей и многочисленными источниками импорта

Источник: ИЭС

Важнейшей тенденцией развития мирового газового рынка сегодня является его нарастающая регионализация, противостоящая доминировавшему ранее глобализационному тренду, двигателем которого стал рост торговли СПГ.

интеграция электроэнергетических систем крупных регионов мира. Ключевым последствием развития технологий дальнего транспорта электроэнергии может стать интеграция электроэнергетических систем крупных регионов мира после 2030 г. К 2050 г. ожидается формирование Единых энергетических систем Европы, Восточной Азии, Северной Америки, России и сопредельных стран, а также связей между ними. Данная тенденция отражается в ценовых прогнозах на электроэнергию. Сейчас цены на электроэнергию в США отличаются от среднеевропейских цен в меньшую сторону в среднем на 40%. Европа сильно зависит от внешних источников энергоносителей – всего спектра, угля, газа, нефти, урана. Именно этим вызван неуклонный рост альтернативной энергетики, основанной на использовании возобновляемых источников (ветра и солнца), что позволяет ценам на электроэнергию расти медленнее, чем ценам на нефть, газ или уголь.

3.4.4. Субсидирование потребления и производства ТЭР

Ускоренное развитие «чистой» («зеленой») энергетики осуществляется в значительной мере благодаря активному использованию механизмов государственной поддержки.

Европейский Союз на данный момент реализует наибольший объем программ по субсидированию ВИЭ – 62 млрд. долл., что составляет 52% от общей суммы субсидий. На втором месте по величине субсидий находится США (18 млрд долл.). Значительный объем субсидий также приходится на азиатский регион – Япония и Китай реализуют 23% от общей величины субсидий (27,6 млрд. долл.)

К 2040 году ЕС сохранит лидерство по величине предоставляемых субсидий, однако их объем снизится до 49,9 млрд. долл. США незначительно увеличит объем субсидирования до 20,6 млрд. долл. Япония и Китай нарастят субсидирование до 34,4 млрд. долл.

Наибольший приток субсидий ожидается со стороны стран, не участвующих активно в стимулировании ВИЭ на данный момент. Их доля вырастет с 8% в 2015 г. до 33% в 2040 г.

График 3.2. Субсидии в ВИЭ-генерацию в мире, %



По прогнозам аналитиков МЭА, снижение стоимости ВИЭ-генерации позволит снижать объем субсидирования. К 2040 г. 35% солнечной энергии и 33% ветряной энергии не будут нуждаться в субсидиях. При этом, еще около 21% солнечных установок и 27% ветряных будут рентабельны при крайне низких суммах выделяемых субсидий (до \$15/МВт*ч).

График 3.5. Солнечная энергия, ТВт*ч

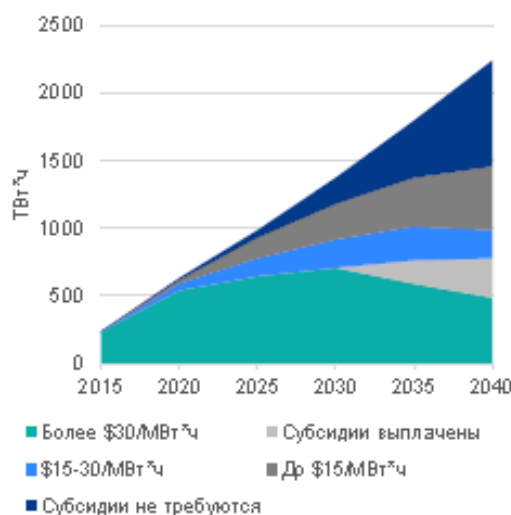
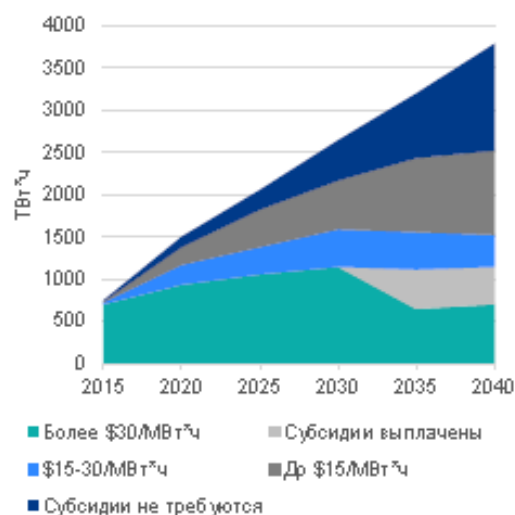


График 3.6. Ветроэнергия, ТВт*ч



Помимо государственного регулирования в ценообразовании, которое останется в Китае, Индии и, скорее всего, появится в Индонезии, продолжится применение системы мер по финансово-экономической поддержке, как самого производства угольной продукции, так и инфраструктурных проектов, включая железнодорожное сообщение и портовые терминалы. В некоторых странах в зависимости от конъюнктуры рынка будет субсидироваться доставка экспортного угля до портов (Австралия, Индонезия, Колумбия ранее осуществляли такие меры). Кроме того, неравномерность распределения запасов угля и потребителей, а также большая территория в совокупности со значительной протяженностью и загруженностью железнодорожных маршрутов (Китай и США) потребует от государства балансировки экспорта, импорта и внутреннего потребления угля, добытого местными компаниями.

3.4.5. Ценообразование и ценовая динамика

Биржевая инфраструктура

Основой мирового энергетического рынка в настоящее время являются две крупнейшие универсальные биржи, которые торгуют широким спектром энергетических контрактов. Это Intercontinental Exchange (ICE, Лондон) и New York Mercantile Exchange (NYMEX, Нью-Йорк).

Указанные биржи играют в первую очередь информационную, а не собственно торговую роль. Так, объем добычи торгуемого на ICE сорта Brent составляет около 300 тыс. баррелей в сутки, или 0,3% мировой добычи нефти, при этом значительная часть торговли даже этим сортом осуществляется вне биржи.

Но уровень цен задается фьючерсным рынком сырой нефти, который косвенно определяет также цены на нефтепродукты и природный газ. Независимы от него в ценообразовании только рынок энергетических углей и урана, а также в определенной степени свободный рынок электроэнергии (на котором торгуется весьма небольшая часть мировой выработки электроэнергии).

В 2000-е гг. резко возросла роль спекулянтов и открытые позиции на биржевых рынках, особенно короткие. Произошли важные изменения в регулировании (Financial Services Modernization Act – 1999 г., Commodity Futures Modernization Act - 2000 г.), снизившие возможности CFTC по регулированию, особенно внебиржевого рынка и свопов. В 2009-2011 гг. в США ужесточились нормы уже существовавшего закона Commodity Exchange Act и были введены новые нормы регулирования. Раздел 753 акта Додда-Фрэнка (Dodd-Frank Act, , The Wall Street Reform and Consumer Protection Act - 2010 г.) усилил полномочия CFTC в плане регулирования, распространил его на своповый рынок и ужесточил ответственность за нарушения. Закон о немедленном пресечении избыточной спекуляции на рынке нефти от 2011 г. (End Excessive Oil Speculation Now Act of 2011) определил порядок ограничений на своповом и фьючерсном рынке. Закон о налоговом дестимулировании спекулянтов на нефтяном рынке (Taxing Speculators Out of the Oil Market Act) предусматривает введение налога на операции с нефтяными фьючерсами, свопами и опционами в размере 0,01%.

Ценообразование на нефть

Формирование на нефтяном рынке мощной группы спекулятивных игроков, не являющихся физическими потребителями нефти, способствовало интеграции фьючерсного рынка нефти с финансовыми и валютными рынками. Поэтому цены на нефть тесно связаны с курсами валют, ставками рефинансирования, доходностью государственных и корпоративных облигаций, фондовыми индексами, уровнем ликвидности финансовой системы в ведущих экономиках мира, а также с темпами роста ВВП и инфляцией в долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной перспективе. Характер этого взаимодействия меняется во времени и в зависимости от состояния валютно-финансовой системы. То есть, на нефтяном рынке поочередно доминируют фундаментальные, геополитические и финансовые факторы. Особую роль играют взаимосвязи нефтяного рынка с фондовым и валютным рынками.

Текущий этап эволюции ценообразования на нефть на международных рынках обладает рядом существенных особенностей:

- сочетание периодов высокой волатильности (2008-2009 гг., 2014-2015 гг.) и периодов стабилизации, когда цены движутся в строго ограниченном коридоре (2011-2013 гг.);
- возрастание роли фундаментальных факторов (баланса спроса и предложения) в динамике цен после продолжительного периода преобладания финансовых и геополитических факторов (2001-2013 гг.). С середины 2014 г. взрывообразный рост добычи сланцевой нефти в США в сочетании с восстановлением добычи в странах ОПЕК привели к усилению дисбаланса и способствовали резкому падению цен на нефть осенью 2014 г.;
- сохранение высокой чувствительности динамики цен на товарных нефтяных рынках к перетокам капитала с финансовых рынков (как следствие реализации программ количественного смягчения, проводимых ФРС США, ЕЦБ и др.) и изменению курса доллара США как основной валюты, в которой номинируются цены на нефть.

Ценообразование на международных нефтяных рынках остается многофакторным и зависимым от внешних воздействий (перетоков капитала, геополитических рисков, реже – природно-климатических явлений). Вместе с тем, как показал опыт 2014-2015 гг., существенный отрыв цен от баланса спроса и предложения нефти возможен лишь в периоды относительной стабилизации этого баланса. С другой стороны, обвал мировых цен на нефть, произошедший осенью 2014 г., был бы невозможен в условиях сохранения программ количественного смягчения в США (QE3 была завершена 29 октября 2014 г.) и угрозы большой войны в Персидском заливе с участием Саудовской Аравии и Ирана (реальное движение в сторону отмены санкций против Ирана было начато 24 ноября 2013 г.). Иные геополитические риски, включая войну с ИГИЛ, украинский кризис и пр., не угрожающие непосредственно нефтедобывающим районам, и ранее не играли существенной роли в динамике цен на нефть.

Столь сложный характер ценообразования, отражающий одновременно тенденции развития мировой экономики и экономики отдельных стран (США и КНР), динамики развития финансовых рынков (индекс доллара США, доходность

наиболее ликвидных инвестиционных активов), международные отношения (главным образом, военные угрозы в зоне Персидского залива) и фундаментальные факторы нефтяного рынка (изменение спроса на моторные топлива в США, КНР и ЕС, складских запасов нефти в США, свободных добычных мощностей Саудовской Аравии и компаний, добывающих сланцевую нефть в США, динамика издержек производителей, динамика инвестиций в разведку и добычу нефти и пр.), не позволили до сих пор разработать имитационную прогнозную модель поведения нефтяных цен, которая бы адекватно отвечала их реальной динамике.

В перспективе на нефтяные цены будут воздействовать как постоянные факторы, так и переменные.

К постоянным факторам, которые будут оказывать понижающее давление на нефтяные цены, прежде всего, относятся:

- увеличение потенциального предложения нефти на мировом рынке за счет экономически эффективной разработки трудноизвлекаемых запасов;
- сужение потенциального роста спроса на нефть со стороны как развитых, так и развивающихся стран в силу снижения нефтеемкости экономики, изменения структуры автомобильного парка, опережающего развития газохимии и пр., особенно в случае восстановления относительно высоких цен на нефть;
- неизбежность ужесточения регулирования финансовых рынков в целях преодоления кризисных явлений в мировой экономике. В частности речь идет об установлении спекулятивных ограничений для товарных фьючерсных контрактов и в конечном итоге на свопы подобных производных финансовых инструментов. Наиболее вероятно, хотя и путем преодоления сильного сопротивления участников рынка, возвращение США к нормам банковского закона 1933 г. Гласса-Стигалла в части запрета коммерческим банкам заниматься инвестициями на финансовых рынках, а также распространение этого закона на рынок ЕС и, возможно, других развитых стран. Это может привести в перспективе к существенному оттоку спекулятивного капитала с товарного рынка нефти.

К факторам, оказывающим повышающее давление на нефтяные цены можно отнести следующие:

- рост средней себестоимости добычи нефти за счет увеличения доли трудноизвлекаемых запасов (однако, при этом, следует учитывать обратный процесс повышения экономической эффективности новых технологий и оборудования, а также возможность вытеснения с мирового рынка нефти низкорентабельных запасов нефти добычей высокорентабельных в странах Ближнего Востока, России, США и др.);
- поступательное снижение нефтеемкости мировой экономики, ограничивающее негативные эффекты для ее развития от роста цен на нефть. Это приводит к тому, что экономика легче приспосабливается к высоким ценам. Отсюда можно сделать вывод об относительности возможного коридора изменений нефтяных котировок, где верхний уровень, в номинальных ценах, может постоянно смещаться вверх;
- желательность поддержания относительно высоких цен на нефть для обеспечения конкурентоспособности и окупаемости капиталоемких проектов в области развития возобновляемой и альтернативной энергетики;
- геополитические риски. Основные геополитические риски могут быть связаны с двумя факторами: нестабильность и вооруженные конфликты на Ближнем Востоке и в Центральной Азии; угрозы морским путям транспортировки нефти со стороны пиратства, терроризма и локальных вооруженных конфликтов.

Также в обоснование прогнозного роста цен на нефть часто приводится фактор возросших бюджетных потребностей стран – членов ОПЕК. Однако данный фактор представляется не вполне состоятельным в силу снижения геополитической роли ОПЕК под влиянием движения США к энергетической самообеспеченности и существенной диверсификации поставщиков углеводородов со стороны ЕС и стран АТР.

В условиях снижения цен на нефть прекратила действовать характерная для периода 2011-2013 гг. тенденция к поддержанию существенного спреда между

ценами на марки нефти Brent и WTI. Вместе с тем в перспективе изменение соотношений спроса и предложения на региональных рынках, а также перераспределение торговых потоков нефти создают предпосылки для увеличения изоляции трех региональных рынков: Северной Америки с маркером WTI, Европы с маркером Brent и АТР, где на данный момент конкурируют сразу несколько маркерных сортов нефти. Эту возможность «регионализации» по-прежнему нельзя не учитывать при прогнозировании цен нефти.

Ценообразование на газ

Исторически международная торговля газом отстает от нефтяного рынка как с точки зрения числа участников и ликвидности, так и развития собственного биржевого ценообразования. Если современный биржевой рынок нефти начал складываться еще в 1986 г., то рынок газа – только в конце 1990-х – 2000-е гг. и до сих пор охватывает лишь отдельные страны (главным образом, США, Великобританию и часть стран континентальной Европы).

При этом международные механизмы ценообразования на природный газ сохраняют выраженный региональный характер, что продиктовано степенью зрелости отдельных рынков, а также структурой предложения газа на них (долей импорта в общем потреблении, долей долгосрочных контрактов и СПГ в импорте).

Однако непосредственно на наших глазах происходят масштабные изменения:

- быстрый рост доли спотовой (преимущественно – гибридной) торговли газом в странах континентальной Европы;
- рост межрегиональных связей под воздействием увеличения торговли СПГ, в т.ч. с учетом перспектив начала экспорта СПГ из США на условиях поставок, привязанных к котировкам Henry Hub;
- кризис традиционной модели ценообразования в Японии и Республике Корея, основанной на нефтепродуктовой привязке. Весной 2015 г. на этом рынке произошла собственная маленькая революция: впервые после 2005-2006 гг. цены на СПГ в Японии сравнялись с ценами на европейских газовых хабах, хотя еще в сентябре 2014 г. цены в Японии были в два раза выше европейских.

Вряд ли эта тенденция будет устойчивой, но общий вектор на отказ от традиционной «премиальности» рынка Северо-Восточной Азии создает значительные риски для всех новых проектов производства СПГ, экономическое обоснование которых исходило из сохранения межрегиональных ценовых дифференциалов в долгосрочной перспективе. Также это приведет к росту привлекательности европейского рынка СПГ.

- либерализация ценообразования на газовом рынке КНР с перспективой создания в стране одного или нескольких относительно ликвидных газовых хабов.

Различие региональных газовых рынков по структуре газовой отрасли, источникам поставок газа, масштабам применения контрактов и степени либерализации газовой отрасли обуславливают историческое условие использования того или иного механизма ценообразования на отдельных газовых рынках. Анализ структуры рынков и механизмов ценообразования на них показывает, что использование механизма свободного ценообразования (спотовой торговли) возможно при наличии диверсифицированных источников поставок.

На североамериканском и британском рынке (24% мирового потребления газа) доминирует спотовый рынок и конкуренция газ-газ (до 99% рынка, по данным МЭА) как механизм ценообразования, реальные поставки осуществляются преимущественно по долгосрочным контрактам с привязкой к спотовым ценам. Ожидается, цены на газ в перспективе до 2030 г. будут в среднем ниже, чем на любых других рынках со свободным ценообразованием.

На континентальном европейском рынке (14% мирового потребления газа) основная часть поставок осуществляется по долгосрочным контрактам с привязкой к цене корзины нефтепродуктов (72%), меньшую часть рынка (22%) занимает спотовый рынок. В период до 2030 г. будет наблюдаться отход от привязки цены газа к цене нефти ввиду снижения доли нефти в структуре электрогенерации. Рынок газа Великобритании и Континентальной Европы будет являться балансирующим между рынком ЮВА и Северной Америки.

На восточноазиатском рынке (16,9% мирового потребления газа) основная часть поставок осуществляется по долгосрочным контрактам с привязкой к цене на нефть или по принципу нетбэк (в Японии и Корее, 19 и 11% рынка АТР соответственно). В других странах доминируют регулируемые цены (56% всего

рынка АТР, в том числе китайский). Роль конкурентных спотовых поставок незначительна (8%). Поскольку сколько-либо значимого роста внутренней добычи по сравнению с объемом внутреннего потребления ждать не приходится, а спрос на газ будет возрастать вследствие замещения атомной генерации электроэнергии в перспективе до 2030 г. цена газа в данном регионе будет продолжать оставаться выше среднего общемирового уровня. При этом ввиду роста добычи и экспорта газа из Австралии в данный регион, увеличения спроса на СПГ со стороны Китая и Индии, а так же ориентированность на данный регион экспортеров СПГ можно ожидать отход механизма ценообразования от привязки к JCC индексу⁴⁷ в сторону создания регионального спотового рынка.

На российском рынке (12,5% мирового потребления газа) поставки осуществляются по регулируемым государством тарифам, которые до недавнего времени (до 2008 г. включительно, по данным ОАО «Газпром») находились ниже точки безубыточности. После 2015 г. ожидается переход на принцип равнодоходности с поставками в Европу в ценообразовании для промышленных потребителей; цены для населения останутся регулируемыми.

В мире в целом на поставки с конкуренцией газ-газ приходится 33% поставок, на поставки с привязкой к ценам на нефть и нефтепродукты - 20%, на поставки по регулируемым государством ценам - 38%, на внерыночные поставки (двусторонняя монополия) - 9%.

Основная эволюция механизма ценообразования на рынке газа, также как и на рынке нефти, в последнее десятилетие заключалась в развитии производных финансовых инструментов как элемента биржевой торговли. Поскольку основной функцией фьючерсных рынков является определение будущей цены на поставки товара, их роль в формировании спотовой цены приобрела доминирующий характер.

Биржевая торговля природным газом является доминирующей формой на высокоразвитых рынках, к которым можно отнести рынки природного газа США и Великобритании. Формирование цен на газ на спотовых рынках под воздействием конкуренции газ-газ не означает, что цены на конкурирующие виды топлива не оказывают влияние на газовые цены. Основные группы потребителей зачастую имеют возможность переключаться в ответ на ценовые сигналы между газом и углем (как в ЕС в последние годы) или мазутом: газовые рынки имеют

⁴⁷ Индекс стоимости импортируемой нефти в Японию, очищенной от таможенного тарифа

сложную систему организации, поскольку показатели эластичности варьируются по сегментам рынка и вследствие конкуренции с различными видами товаров-субститутов.

Основными площадками по торговле газом в Европе являются: NBP (Великобритания), TTF (Нидерланды), Zeebruge (Бельгия), NCG и GPL (Германия), PEG Nord и PEG Sud (Франция), VOB (Чехия), VTP (Австрия), PSV (Италия), АОС (Италия). Эти площадки можно разделить на три типа в зависимости от активности торгов:

-  Крупнейшие (количество зарегистрированных участников торгов более 100) – NBP, TTF
-  Развитые (количество зарегистрированных участников торгов более 50) – ZEE, GPL, NCG, PEG Nord, VTP, PSV
-  В стадии развития (количество зарегистрированных участников торгов менее 50) – PEG Sud, VOB, АОС

Формула ценообразования на газ, учитывающая изменение альтернативных видов топлива, в частности нефти, широко используется на рынках газа в континентальной Европе и Азии. В формулу цены газа так же могут включаться несколько конкурирующих видов топлива. Таким образом, изменение цен на них приводит к коррекции цены на газ, при этом данные изменения отражаются на цене газа в временном лаге от 6 до 9 месяцев. Необходимо учитывать, что большинство контрактов, содержащих в себе формулу ценообразования с привязкой к цене на альтернативные виды топлива содержат в себе условия «бери или плати», что ограничивает покупателей газа в возможности перехода от данной модели ценообразования в сторону других механизмов.

Поскольку механизмы ценообразования на газ носят выраженный региональный характер и зависят от степени развитости рынка и характерной для него конъюнктуры, набор факторов, оказывающих воздействие на цену газа существенно различается в зависимости от региона мира, что отражается в значительном отличии как уровня, так и волатильности цен.

На рынках газа с использованием механизма «ручного» регулирования цены, а так же механизмов ценообразования по формуле «издержки плюс» ключевыми факторами являются операционные издержки на добычу природного

газа, налоговая политика страны по отношению к добывающим отраслям, а так же устанавливаемый уровень нормы рентабельности производителя. Как правило, статистические данные по данным рынкам являются закрытыми, что ограничивает возможность их анализа и прогноза.

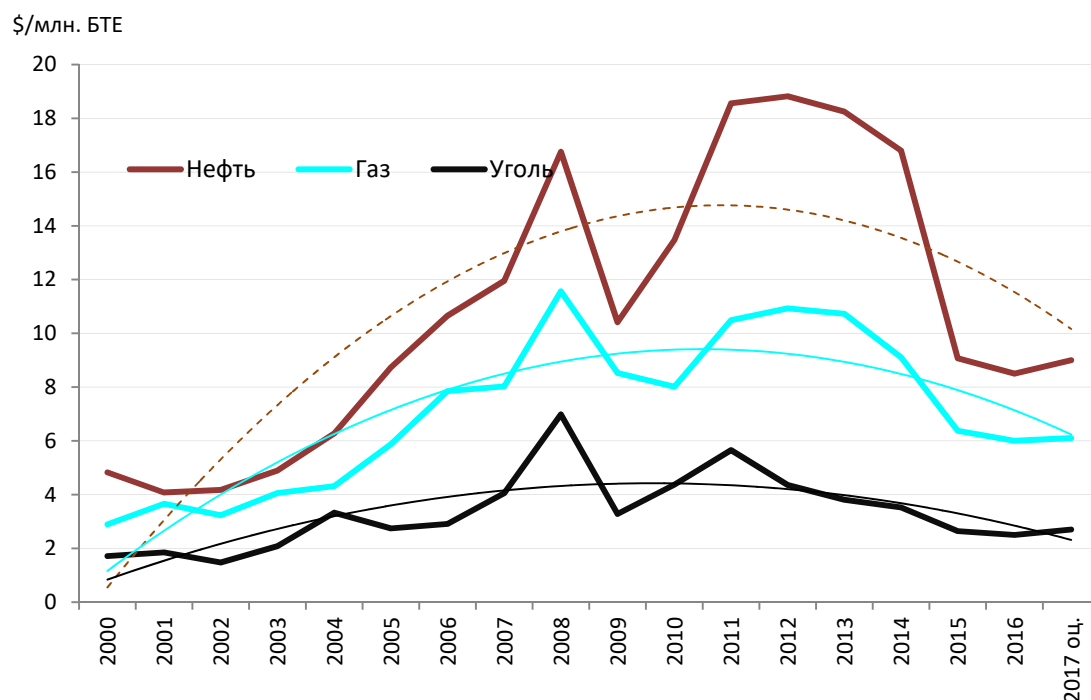
На рынках, формирование цены на газ на которых происходит исходя из цен на конкурентные виды топлива, т.е. с использованием формулы привязки к цене на нефть (уголь, электроэнергию), определяющим фактором их динамики будет являться цена на эти товары субституты.

Два самых ликвидных рынка газа – США и Великобритании, длительное время находившихся в синхронном состоянии по уровню цены, начиная с 2010 г. потеряли взаимосвязь. Причиной этого стала зарождающаяся тенденция регионализации газового рынка США, вызванная ростом собственной добычи нетрадиционного газа. Таким образом, был прерван зарождавшийся тренд глобализации цены газа.

Основным направлением развития международных рынков газа станет переход к более устойчивой системе межрегионального ценового арбитража, в которой заметно повысится зависимость одних регионов от других, при этом, помимо трех существующих центров ценообразования (Северная Америка, Европа, Северо-Восточная Азия) появятся еще несколько (Индия, Южная Америка, Ближний Восток и, менее вероятно, другие). Увеличение числа точек ценообразования на фоне увеличения абсолютных и долевых объемов торговли СПГ уже к 2020 г. потребует создания устойчивых механизмов передачи ценовых сигналов между региональными рынками газа, на что будет накладываться кризис ценообразовательной модели с привязкой к динамике нефтяного рынка и расширение биржевой торговли, особенно в Северо-Восточной Азии и Европе.

Ценообразование на уголь

В последние годы соотношение цен газа, нефти в сопоставимых единицах изменяется в пользу угля. В 2013 году уголь был дешевле нефти в 4,8 раза, газа – в 2,6 раза, в 2015 году, соответственно, в 3,4 и 2,4 раза. Это свидетельствует об эластичности спроса на уголь. При этом в определенной степени можно констатировать, что волатильность цен на уголь коррелирует с динамикой мировых цен на нефть.



Источник: Расчет АО «Росинформуголь»

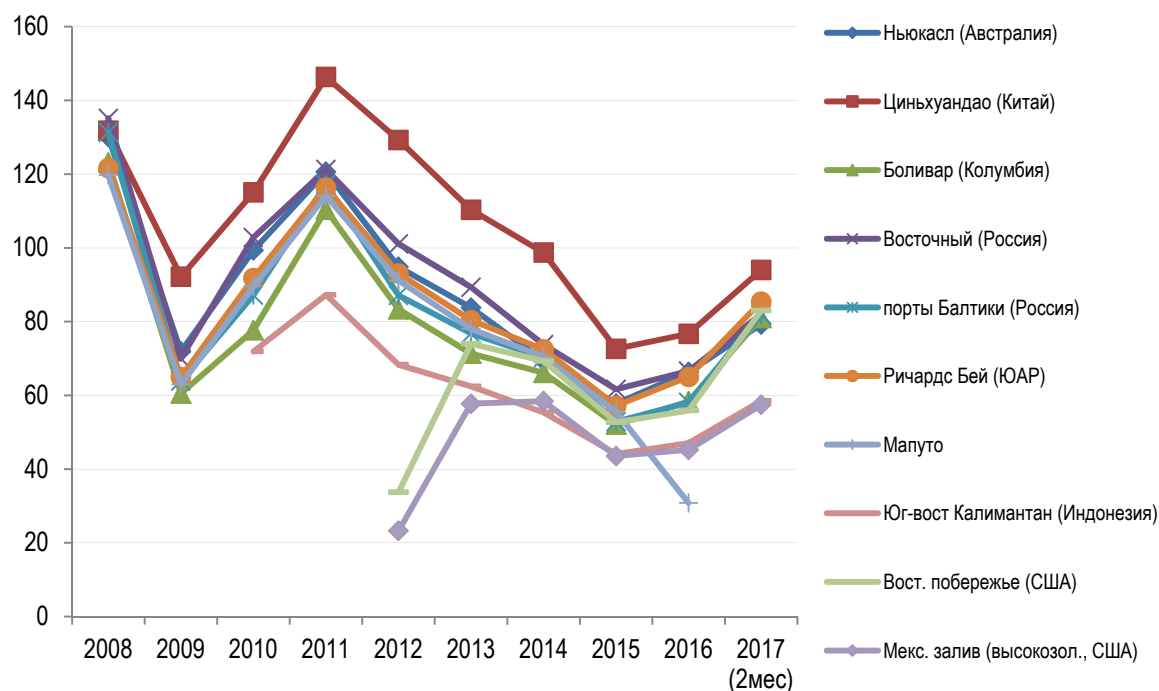
Рис. п1. Соотношение цен на основные энергоносители в сопоставимых ценах CIF
(на единицу БТЕ)

Внутреннее ценообразование на рынке угля в основных угледобывающих и углепотребляющих странах мира имеет, в основном, рыночные механизмы:

- Китай - в основном, рыночный, в некоторых случаях цены ограничиваются государством;
- США – рыночный;
- Индия – цены на уголь ограничиваются государством (госкомпанией «Coal India»);
- Япония – рыночный;
- Южная Корея – рыночный;
- Австралия – рыночный;
- Германия – в основном рыночный, при этом уголь добытый на территории страны стоит дороже импортного, а разница в ценах компенсируется из специального фонда, формируемого за счет 10 % надбавки к стоимости за электроэнергию;
- Польша – рыночный;
- Великобритания – в основном рыночный, частично регулируется государством;

- Турция – в основном рыночный, частично регулируется государством;
- Индонезия – рыночный.

На внутреннем рынке России действуют как рыночные механизмы ценообразования, так и схемы трансфертного ценообразования, в частности в поставках угля для нужд коксования и частично на ТЭС. Динамика цен на энергетический уголь не коррелируется с тенденциями формирования цен на внешнем рынке, что является проявлением монопольного состояния.



Источник: АО «Росинформуголь»

Рис. п1. Цена на энергетический уголь на спотовом мировом рынке
в портах отгрузки

3.5. Экологическое воздействие

Экологические ограничения развития мировой энергетики в основном сводятся к трем аспектам. Во-первых, это вредные последствия для окружающей среды в связи с выбросами в атмосферу загрязняющих веществ и парниковых газов. Их основными источниками являются производство и потребление нефти, газа и угля. Во-вторых, это опасность радиационных выбросов в связи с эксплуатацией АЭС. Свою «негативную лепту» вносит и нерациональное развитие гидроэнергетики. И, наконец, в-третьих это проблема деградации почв при добыче ТЭР. Загрязнение окружающей среды в наше время в наибольшей степени

связано именно с добычей, транспортировкой и сжиганием углеводородного топлива, прежде всего – для выработки электроэнергии и эксплуатации транспортных средств. И этот тренд будет усиливаться пропорционально росту потребления топлива. В связи с этим масштабы экологических ограничений продолжают непрерывно расти. Воздействие экологических ограничений с высокой долей вероятности будут способствовать: росту цен на электроэнергию и включению в стоимость электроэнергии дополнительных экологических налогов; отказу от угольного топлива; увеличению расхода энергии на процессы очистки выбросов электростанций; повышению стоимости транспортировки и добычи углеводородов; росту расходов на консервацию выработавших свой ресурс АЭС и хранилищ ОЯТ.

Нарушения окружающей среды:

- загрязнение атмосферного воздуха и водоемов при производстве электроэнергии и тепла на ТЭС;
- деградация почв при добыче всех видов топливно-энергетических ресурсов;
- возможные геологические последствия добычи полезных ископаемых или строительства крупных ГЭС (риски землетрясений);
- разливы нефти на протяжении всего технологического цикла от добычи и транспортировки (как трубопроводным, так и морским транспортом) до потребления;
- загрязнение радиоактивными веществами в процессе эксплуатации АЭС;
- электромагнитное загрязнение: создание электромагнитных полей вокруг линий электропередач.

Эти проблемы различаются сроками их обострения, особенностями проявления на современном этапе и усилиями, которые необходимо предпринять для их преодоления.

Локальные проблемы широко распространены во всех регионах мира и оказывают значимое воздействие на перспективы строительства отдельных энергетических объектов. Так, для мировой угольной промышленности серьезное значение может иметь введение действенных норм состояния атмосферного воздуха в крупнейших городах Индии и Китая, а для нефтяной отрасли – регулирование добычи нефти на шельфе после аварии на платформе ВР в Мексиканском заливе. Как показывают эти примеры, на энергетику воздействует

не сам по себе ущерб, наносимый окружающей среде, а его отражения в национальной и международной политике, системах регулирования, состоянии рынков.

Особняком стоит проблема радиационной безопасности в атомной энергетике, включая как работу АЭС, так и в особенности проблему захоронения либо утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО), а также консервации выработавших свой ресурс АЭС. В настоящее время указанная проблема не имеет окончательного решения, несмотря на строительство ряда постоянных хранилищ РАО-ОЯТ в США, России, Финляндии, Швеции.

Ужесточение природоохранных мер станет еще одним (в дополнение к удорожанию топлива) стимулом к энергосбережению, поскольку лучшим способом уменьшения вредных воздействий энергетики на окружающую среду является снижение расходов топлива и энергии.

Эти меры будут создавать предпосылки для перелома неблагоприятных тенденций роста локальных загрязнений окружающей среды.

Загрязнение атмосферного воздуха и водоемов. Массовое сжигание минерального топлива породило совершенно новые экологические проблемы антропогенной энергетики, обусловленные загрязнениями окружающей среды продуктами горения этих топлив и их минеральными остатками. Дальнейший рост потребления топлива вызовет значительный рост объемов выбросов кислотных газов (окислы серы, азота и др.) и золы, создающие опасные для здоровья людей, животных и растительности уровни их концентрации в атмосфере крупных городов и промышленных центров. Усилятся также массовое загрязнение рек и особенно замкнутых водоемов стоками промышленных предприятий, в том числе энергетических объектов.

По данным многолетнего мониторинга, количество выбрасываемых в атмосферу экологически вредных химических соединений, веществ и элементов продуктов сгорания топлива удваивается каждые 12-14 лет, в связи с чем проблема загрязнения атмосферы продуктами сгорания топлива относится к одной из острейших проблем современности⁴⁸. В настоящее время именно тепловой энергетике (ТЭС) принадлежит определяющая роль в производстве электроэнергии во всем мире. В большинстве стран мира доля электроэнергии,

⁴⁸ Дубровин Е. Проблемы загрязнения атмосферы продуктами сгорания Энергетика и промышленность России (<http://www.eprussia.ru>) 11.07.08

вырабатываемой на ТЭС больше 50%. В качестве топлива на ТЭС обычно используются уголь, мазут, газ, сланцы. С экологической точки зрения ТЭС представляют собой непрерывно действующие в течение многих лет источники выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива и сбросов в водоемы большого количества низкопотенциального тепла.

Результаты экспертных оценок показывают, энергетические и промышленные объекты (выбрасывают в атмосферу в среднем около 40 процентов загрязнителей), а на автомобильный, воздушный, морской, речной и железнодорожный транспорт приходится в среднем более 50 процентов вредных газовых выбросов.

В рамках проекта мониторинга выбросов Центра глобального развития (CARMA) установлено, что 7 из 10 наиболее «грязных» электростанций находятся в Азии, хотя и не все из них Китае⁴⁹. В Китае находятся государственные энергетические компании, на которые приходится пять электростанций из этой семерки самых экологически вредных коммунальных предприятий. Тройка электростанций, которые выбрасывают в атмосферу больше всего загрязняющих веществ, находится Южной Корее, остальные в Польше и на Тайване. Это объясняется тем, что Южная Корея построила несколько крупных электростанций мощностью от 4000 до 5000 МВт, а в Китае есть сотни небольших электростанций мощностью 500-700 МВт. Естественно, крупная электростанция выбрасывает больше парниковых газов и твердых частиц, чем отдельно взятые мелкие электростанции, хотя в общей сумме небольшие электростанции все же наносят больший вред экологии. В свою очередь, Китай вложил миллионы долларов в ликвидацию неэффективных угольных электростанций, при этом часть старых «грязных» котлов и была продана Индонезии, для которой даже китайские стандарты по выбросам являются чрезвычайно высокими.

Рассматривая воздействие ТЭС на атмосферу, растительный и животный мир, имеют в виду, прежде всего, выбросы тех веществ, на которые установлены ПДК в воздухе населенных мест. При сжигании природного газа это оксиды азота (NO , NO_2), оксид углерода (CO) и бенз(а)пирен ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$), причем токсичность уходящих газов связана практически только с оксидами азота, так как концентрация бенз(а)пирена ничтожно мала. При сжигании твердого и жидкого топлива добавляются оксиды серы (SO_2 , SO_3) и зола.

⁴⁹<http://carma.org/>

Промышленно развитые страны являются основными поставщиками выбросов вредных веществ. При этом страны с высокой антропогенной нагрузкой на окружающую среду – Япония, Германия, Нидерланды – имеют жесткие нормативы выбросов, ориентированные на все имеющиеся в их распоряжении методы очистки дымовых газов и использование на электростанциях малосернистого топлива. Величина антропогенной нагрузки на окружающую среду зависит от плотности потока потребляемой энергии, отнесенной к единице площади территории страны. В странах с существенно меньшей антропогенной нагрузкой – США, Канаде, Испании и др. – приняты менее жесткие нормативы удельных выбросов.

Особенности атмосферной циркуляции в северном полушарии Земли приводят к значительному трансграничному переносу газообразных выбросов из стран Западной и Восточной Европы на территорию России. В Россию поступает в 8 раз больше серы и в 7,3 раза больше оксидов азота, чем выносятся с ее территории в другие государства. Особенно сильно подобный дисбаланс ощущается со стороны Германии, Польши, Чехии и Словакии в переносе серы на Европейскую часть России. Очевидно, что эту ситуацию необходимо учитывать при дальнейшем формировании программ Европейского сотрудничества.

Тепловые электростанции выбрасывают не только вредные газы, но и сточные воды, которые образуются в технологическом процессе ТЭС, например, от водоподготовительных установок, от загрязнения нефтепродуктами, от продувки замкнутых технологических контуров, от систем гидрозолоудаления, от химической очистки теплосилового оборудования и т. д. Кроме того в результате сброса ТЭС в водоемы отработанных теплых вод, происходит цепная реакция, водоём зарастает водорослями, в нём нарушается кислородный баланс, что в свою очередь несёт угрозу жизни всем его обитателям. Электростанции с охлаждающей водой сбрасывают 4 -7 кДж теплоты, на 1 кВт-ч вырабатываемой электроэнергии. Между тем, в соответствии с санитарными нормами сбросы тёплой воды не должны повышать температуру водоёма выше, чем на 3°C в летнее время и на 5°C зимой.

Система рационального водопользования электростанции должна обеспечивать очистку как поступающей на станцию воды, так и собственных водных стоков в соответствии с предписаниями норм, а так же обеспечивать эффективный цикл охлаждения оборотной воды в башенных градирнях.

Наиболее общие пути рационализации водопользования состоят в сокращении объема безвозвратных потерь на собственные нужды, повторном использовании стоков в цикле ТЭС, в выборе экологически благоприятного водного режима.

Основное направление в решении экологических проблем теплоэнергетики будет состоять в создании экологически чистых ТЭС, отвечающих нормативным экологическим требованиям. Главным следствием усиления экологических требований к тепловым электростанциям станет рост цен на электроэнергию и ограничение границ зон их размещения. Так, при переходе с твёрдого на газовое топливо себестоимость вырабатываемой электроэнергии значительно возрастает, однако здесь есть и свои плюсы, при использовании сжиженного газа не образуется золы, но такой переход не решает главную проблему - загрязнение атмосферы. Дело в том, что при сжигании газа, как и при сжигании мазута, в атмосферу попадает окись серы, а по количеству выбросов оксидов азота при сжигании газ почти не уступает мазуту.

Качественного топлива для ТЭС будет не хватать, и большинство станций станет вынуждено работать на топливе низкого качества. При сгорании такого топлива в атмосферу вместе с дымом попадает большое количество вредных веществ, кроме того, вредные вещества попадают в почву с золой.

Другая проблема, которая может значительно повлиять на дальнейшее развитие тепловой энергетики, связанная с угольными ТЭС - золоотвалы, мало того что для их обустройства требуются значительные территории, они ещё и являются очагами скопления тяжёлых металлов и обладают повышенной радиоактивностью. Тяжёлые металлы и радиация попадают в окружающую среду, либо воздушным путём, либо с грунтовой водой.

Дегградация почв и геологические последствия при добыче топливно-энергетических ресурсов. Одним из основных промышленных факторов деградации почв является разработка полезных ископаемых. Наибольший ущерб наносит их открытая добыча. Она связана с отчуждением значительных земельных площадей, которые в результате проведения горных работ становятся непригодными для использования в народном хозяйстве⁵⁰.

Международный справочно-информационный почвенный центр в Нидерландах совместно с ЮНЕП составили карту антропогенной деградации

⁵⁰ Антропогенные факторы деградации почв и рекультивация нарушенных земель [/ В.Е. Лотош ; ВИНТИ. - // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов:Обзор.информ. - 2004. - Вып. 2. - С.2-16

почв, которая наглядно показала глобальный размер этого крайне опасного процесса⁵¹. Выяснилось, что сегодня в мире разной степени деградации подвержены почти 2 млрд га почв, из них 15% приходится на засоление, загрязнение, истощение почв в результате производственной деятельности, а 2% - на нарушенных при открытой добыче полезных ископаемых. В настоящее время каждый год при открытой добыче полезных ископаемых в мире в начале XXI века терялось около 15 млн га продуктивных угодий. Сейчас уже достоверно установлено, что процесс деградации почв идет с возрастающей скоростью: во второй половине прошлого века она увеличилась в 30 раз по сравнению со среднеисторической⁵².

В мире в общей площади земель, нарушенных при открытой разработке, строительстве и геологоразведке, более 50% занимают сельскохозяйственные угодья.

Эрозия и, в более широком смысле, разрушение поверхности наблюдаются также при подземных горных работах. Значительный ущерб наносят откачиваемые шахтные и карьерные воды, объем которых составляет 1,3 млрд м³/год. Они несут в себе более 7 млн т механических примесей и 1,3 млн т различных минеральных солей. Механической, химической и биологической очистке подвергается лишь 27-30% этих вод.

Большую опасность представляют провалы и прогибы земной поверхности в местах подземной добычи полезных ископаемых. Максимальную величину и скорость просадки земной поверхности наблюдают в районах добычи нефти и газа, при больших откачках подземных вод. Добыча нефти и газа приводит к деформации глубоко залегающих пластов земли. Из-за образовавшихся в ее недрах пустот, могут происходить внезапные глубокие оседания, которые по характеру протекания и вызываемому эффекту не отличаются от землетрясений. Оседание земной поверхности обычно приводит к разрушению трубопроводов, кабелей, железных и шоссейных дорог, линий электропередач, мостов, затоплению территорий. Провалы и прогибы земной поверхности в настоящее время становятся обыденными для мест подземной добычи полезных ископаемых.

⁵¹Розанов, Б. Г., Таргульян, В. О., Орлов, Д. С. Глобальные тенденции изменения почв и почвенного покрова // Почвоведение. – 1989. – № 5.

⁵² Романова, Э. П., Куракова, Л. И., Ермаков, Ю. Г. Природные ресурсы мира. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – С. 57.

Значительным фактором деградации почв являются предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей. Зона их активного загрязнения составляет 1-3 км от предприятий при общем распространении загрязнителей, в том числе попадающих в сельскохозяйственные культуры, на расстояние не менее 20 км.

Определенный вклад в эрозию земель вносят гидротехнические сооружения, особенно крупные водохранилища. Водоохранилища изменяют режим грунтовых вод, затопляют большие участки плодородных земель, приводят к вторичному засолению почв и т.д. Примерно 60-70% территории этих сооружений составляют затопленные земли. С наличием гидротехнических сооружений (водохранилищ, плотин, каналов и др.) в значительной степени связана проблема подтопления, т.е. повышении уровня грунтовых вод. Этот процесс развивается на застроенных территориях и на участках, прилегающих к водохранилищам и орошаемым массивам.

В последнее время с развитием технологий широкомасштабной добычи сланцевого газа появилась новая угроза для экологии почв и подземных вод. Она заключается в использовании большого количества химикатов, которые смешиваются с водой и песком. Операцию гидроразрыва пластов на одной территории приходится повторять до 10 раз в год. При гидроразрыве химическая смесь пропитывает породу, что ведёт к загрязнению больших территорий, а также грунтовых вод, что приводит к целому ряду негативных экологических последствий.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Основная доля загрязнений происходит при транспортировке углеводородов. Сегодня из каждых 10 т нефти, добываемых в море, 8 т доставляется к месту назначения морским транспортом. Танкеры ежегодно переваливают более 1 млрд т нефти, из которой 0,5% попадает в воды Мирового океана. Из трюмов танкеров в моря ежегодно сбрасывается до 20 млн барр. нефти.

В США экологи ведут работу против активного развития трубопроводного транспорта, в частности против строительства трансамериканского нефтепровода Keystone XL протяженностью в 2,7 тыс. км. В настоящее время американская администрация объявила, что замораживает строительство этого объекта.

По поверхностному загрязнению Мирового океана нефтью и нефтепродуктами есть разные оценки. Как показывает анализ космических снимков, нефтяная пленка покрывает сегодня около 10% поверхности Мирового

океана. А общее загрязнение нефтью и нефтепродуктами Мирового океана превышает 6 млн т в год. Каждая тонна нефти покрывает тонкой пленкой порядка 12 км² водной поверхности, что составляет примерно 20% общей площади. Особенно сильно загрязнены воды Средиземного моря, Атлантического океана и их берега. Несмотря на обилие рыбы, в этих зонах ее невозможно употреблять в пищу. По данным экспертов 96% аварийных разливов нефти вызывают необратимое повреждение природных биоценозов.

В океане нефть подвергается биологическому разложению под действием аэробных бактерий. Самоочищение морей происходит после улетучивания из нефтяной пленки легких фракций при условии достаточного количества кислорода и только при температуре выше 10°C. Остаточные продукты разложения, многие из которых токсичны, накапливаются и образуют дрейфующие на поверхности океана частицы битума. Следы биологического разложения нефти присутствуют во всех районах Мирового океана. Среднее количество частиц битума в Атлантическом океане составляет 1 мг/кв. м, а в Средиземном море – 20 мг/кв метров.

Разработка новых нефтегазовых месторождений на шельфе, также как и последующая транспортировка углеводородного сырья, будет сопровождаться ростом аварийных разливов нефти или химических веществ.

Загрязнение радиоактивными веществами. Серьезным барьером на современном этапе развития антропогенной энергетики стала опасность аварий атомных электростанций. Чернобыльская катастрофа и авария на АЭС Фукусима 1 привели к коренному изменению отношения населения к АЭС в регионах размещения станций или возможного их строительства. Следует отметить, что и для угольных ТЭС также характерно высокое радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды. Это обусловлено тем, что обычный уголь, его зола содержат микропримеси урана и ряда токсичных элементов.

Ядерная энергетика с середины 80-х годов интенсивно развивалась, идя по пути замещения дорогого минерального топлива, прежде всего угля и нефти.

По состоянию на 1 января 2013 года число действующих энергоблоков во всём мире составило 437, а число блоков, находящихся на стадии строительства, равняется 67 (по данным базы данных PRIS, поддерживаемой МАГАТЭ)⁵³. Причем их количество увеличивалось экспоненциально с 1954 по 1990 гг.

⁵³PRIS : www.iaea.org/PRIS

Целый ряд наиболее резонансных аварий, подобных Чернобыльской катастрофе, аварии на АЭС Тримайл Айленд в США и недавней аварии на АЭС Фукусима 1 остановили этот взлет. Антиатомные общественные движения во многих (преимущественно наиболее богатых) странах сначала замедлили, а потом и практически остановили строительство АЭС. В результате их доля в производстве энергоресурсов на Земле обозначила тенденцию к снижению и может даже начать значительно сокращаться, несмотря на многократное повышение надежности большинства действующих и всех новых атомных реакторов.

Научное сообщество ответило на негативную реакцию общественного мнения разработкой концепции атомных реакторов с внутренне присущей безопасностью. Однако ее реализация потребует десятилетия. Поэтому возобновление быстрого роста ядерной энергетики можно ожидать после 2030 года. Возможно, что это произойдет, в том числе с использованием иных физических принципов и вынужденная задержка в развитии ядерной энергетики углубит знания о влиянии радиации (особенно малых доз) на человека, животных и растения, а также разрешит проблему захоронения или нейтрализации радиоактивных материалов.

В целом, количество радиоактивных веществ, образующихся в период эксплуатации АЭС, сравнительно невелико, а среди основных проблем использования АЭС можно выделить три: безопасность реакторов, проблема снятия с эксплуатации и утилизации реакторов на АЭС, опасность использования АЭС для распространения ядерного оружия.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды. Линии электропередач (ЛЭП) являются источником сильного электромагнитного поля, вызывающего электромагнитное загрязнение окружающей среды. Среди последствий для здоровья человека даже относительно низкого уровня электромагнитного излучения специалисты называют нарушение поведения, потерю памяти, болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера, синдром внезапной смерти у грудных детей⁵⁴.

Анализ результатов исследований⁵⁵ показал, что уровень заболеваний населения в зонах прохождения ЛЭП выше, чем в районах, находящихся на

⁵⁴ Кирикова О. В. Защита от электромагнитных полей. – Москва, Мир, 1992, 234 с.

⁵⁵ Графкина М.В., Свиридова Е. Ю. Электромагнитное загрязнение окружающей среды Секция 10 «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ». Материалы

значительном удалении от них. Количество сердечно-сосудистых и нервных заболеваний в населенных пунктах возрастает в зависимости от увеличения напряжения ЛЭП. Установлено, что создание санитарно-защитных зон для высоковольтных ЛЭП не является достаточным мероприятием для защиты населения от негативного воздействия электромагнитных полей.

Одним из методов снижения электромагнитных полей ЛЭП является электромагнитное экранирование с применением заземления, который может использоваться как эффективный способ снижения уровней электромагнитных полей, но использование такой защиты потребует вложения значительных средств и не всегда экономически выгодно. Поэтому угрозы, связанные с электромагнитным загрязнением будут значительно нарастать.

Экологические ограничения развития мировой энергетики в основном сводятся к трем аспектам. Во-первых, это вредные последствия для окружающей среды в связи с выбросами в атмосферу загрязняющих веществ и парниковых газов. Их основными источниками являются производство и потребление нефти, газа и угля. Во-вторых, это опасность радиационных выбросов в связи с эксплуатацией АЭС. Свою «негативную лепту» вносит и нерациональное развитие гидроэнергетики. И, наконец, в-третьих это проблема деградации почв при добыче ТЭР.

Загрязнение окружающей среды в наше время в наибольшей степени связано именно с добычей, транспортировкой и сжиганием углеводородного топлива, прежде всего – для выработки электроэнергии и эксплуатации транспортных средств. И этот тренд будет усиливаться пропорционально росту потребления топлива. В связи с этим масштабы экологических ограничений продолжают непрерывно расти. Воздействие экологических ограничений с высокой долей вероятности будут способствовать:

- росту цен на электроэнергию и включению в стоимость электроэнергии дополнительных экологических налогов;
- отказу от угольного топлива;
- увеличению расхода энергии на процессы очистки выбросов электростанций;
- повышению стоимости транспортировки и добычи углеводородов;

- росту расходов на консервацию выработавших свой ресурс АЭС и хранилищ ОЯТ.

Обеспечить улучшение ситуации можно, действуя в направлениях:

- развитие технологий энергосбережения;
- диверсификация источников энергии и развитие альтернативных вариантов;
- оптимизация энергопотребления;
- наконец, проведение грамотной и экологически ориентированной экономической политики в целом, поощряя решение энергетической проблемы с помощью финансовых инструментов.

В Китае и Тайване производится 36% солнечных батарей, там расположены штаб-квартиры 7 крупнейших производителей солнечных установок. Китай обеспечит прирост ВИЭ генерации 2 300 ТВт*ч, в два раза больше, чем следующая за ним Латинская Америка.

Цели:

-  30 ГВт гидроэнергии + 70 ГВт гидроаккумулированной энергии, 200 ГВт ветровой энергии, 100 ГВт солнечной энергии, 30 ГВт биоэнергии к 2020
-  15% - доля негорючих топлив в энергобалансе к 2020
-  20% - доля негорючих топлив в энергобалансе к 2030.

Цель Индии 100 ГВт солнечной энергии, 60 ГВт ветровой энергии, 10 ГВт биоэнергии, 5 ГВт энергии, выработанной на маленьких гидростанциях к 2022 г. Мощности ВИЭ в Индии в 2015-2030 гг. вырастут с 36 до 182 Гигаватт (с 12 до 29%).

Проблемы производства биотоплив. В настоящий момент существует недостаточно данных о воздействии, которое напрямую связано с интенсифицированным производством биотоплива, однако большинство проблем в этой области схожи с проблемами, уже наблюдающимися в сельскохозяйственном производстве: истощение и загрязнение водных ресурсов, деградация почвы и истощение питательных веществ, а также утрата природного и сельскохозяйственного биоразнообразия. Во многих ситуациях именно нехватка

воды, а не земли, может оказаться главным ограничивающим фактором производства сырья для биотоплива. Около 70 % пресной воды в мире расходуется на сельскохозяйственные нужды. Многие страны испытывают все больший дефицит водных ресурсов для сельского хозяйства в результате роста конкуренции с бытовым и промышленным использованием. Кроме того, нагрузка на уже и без того недостаточные ресурсы в дальнейшем увеличится в связи с ожидаемыми последствиями климатических изменений, такими как уменьшение количества осадков и стоков в некоторых основных регионах - производителях (включая Ближний Восток, Северную Африку и Южную Азию). В настоящее время при производстве биотоплива во всем мире расходуется около 100 км³ (или 1 %) всей воды, поглощаемой сельскохозяйственными культурами, и около 44 км³ (или 2 %) всей воды, используемой для полива. Для достижения промышленных объемов при производстве многих культур, которые в настоящее время используются для выработки биотоплива, таких как сахарный тростник, масличная пальма и кукуруза, требуется сравнительно много воды, следовательно, такие культуры больше подходят для тропических областей с высоким уровнем осадков или тех мест, где возможно искусственное орошение. (Доля биотопливного сырья, производимого в условиях дождевого полива, достигает высоких показателей в Бразилии — 76 % производства сахарного тростника, а также в Соединенных Штатах Америки — 70 % производства кукурузы.) Даже многолетним растениям, таким как ятрофа и понгамия, которые можно выращивать в полувсасушливых областях на маргинальных или деградированных землях, в течение сухого и жаркого лета может потребоваться орошение. Более того, процесс переработки сырья в биотопливо может потребовать большого количества воды, в основном для промывки растений и семян и испарительного охлаждения.

4. Целевое состояние энергетического развития

К 2065 году в большинстве стран мира произойдет коренное изменение парадигмы энергетического развития, которое будет характеризоваться следующими основными чертами.

4.1. Новое потребление

Потребитель определяет всё

 Рынок первичного энергетического сырья, доминирующий в настоящее время, потеряет самостоятельное значение. При этом в обычной жизни конечный потребитель будет сталкиваться даже не столько с вторичными энергоресурсами, в основном, с электроэнергией, сколько с предоставляемыми на их основе энергетическими услугами (обеспечение климатического комфорта в зданиях, освещения и пр.). Энергетический рынок станет рынком услуг, а не товаров.

 Интеллектуальные системы управления дадут возможность конечному потребителю полностью управлять количественными и качественными характеристиками своего энергопотребления.

 Электрогенерирующие компании и поставщики энергетических товаров конечным потребителям столкнутся с тем, что потребитель получит возможность квалифицированного выбора между видами (газ, электроэнергия, тепло, моторное топливо, нефтехимпродукты) и источниками энергии, включая централизованные и автономные источники энергии, возобновляемые и традиционные. Это усилит позиции потребителя по отношению к производителю и приведет к развитию клиентоориентированной энергетики.

 Конечное потребление энергии станет центральным звеном энергетического рынка, что приведет к бурному росту сектора энергосервисных компаний, поставляющих комплексные услуги по обеспечению и оптимизации энергетических потребностей. Снижение монопольной власти компаний, контролирующих источники ресурсов или ключевые элементы инфраструктуры, заставит их быть более гибкими, прозрачными и ориентированными на общественные потребности.

 «Индивидуализация» энергетики может быть обеспечена за счет миниатюризации накопителей (аккумуляторов) все возрастающих объемов энергии, что позволит во все большей степени уходить от централизованных

систем энергообеспечения, ориентированных на крупные единичные энергетические мощности и соответствующие группы потребителей, в пользу распределенной генерации и индивидуального энергоснабжения, оптимизированного под потребности каждого человека. Однако эта тенденция не является альтернативой «большой» энергетики, а означает лишь возможность диверсификации энергоснабжения и выбора наиболее адекватных интересам потребителей вариантов.

Автотрофность

 С точки зрения получения и потребления энергии человек во все большей степени будет стремиться к энергетической «автотрофности», т.е. к созданию замкнутых циклов производства и потребления энергии на основе безотходных концепций развития экономики и производства.

 В мире будет происходить расширение доступности энергии. Зоны энергообеспечения будут охватывать все новые территории одновременно с увеличением возможностей автономного использования энергооборудования за счет устройств аккумулирования энергии. Географическое расширение зон поставок энергии будет осуществляться как за счет развития инфраструктуры и подключения новых зон к существующим энергосистемам, так и с помощью децентрализованного энергообеспечения. Все шире будут использоваться проектные решения в области замкнутого устойчивого энергоснабжения удаленных территорий без подключения к крупным энергосистемам. Вместе с тем определяющими с точки зрения автотрофности станут природоподобные технологии использования как самих энергоносителей, так и продуктов их прямого использования. В частности, будут освоены технологии не только прямого улавливания CO₂ и других газов при сжигании топлива, их безопасного захоронения, но и использования этих газов для получения новых химических и энергетических продуктов. Полностью исчезнут газовые факелы, золоотвалы, захоронения мусора и отходов, слив отработанных жидких продуктов в естественные водоемы и искусственные хранилища. Все эти техногенные «отходы» станут источниками новых видов энергии и других продуктов со скрытой энергией с помощью энергетических технологий замкнутого цикла. Даже электромагнитные полевые воздействия от ВЛ электропередач станут полезным фактором для дополнительного сельскохозяйственного, лесного и биологического производства.

«Электрический мир»

 Завершится окончательный переход к «электрическому миру» с преобладанием электроэнергии в сфере конечного потребления. В ходе энергетического и социально-экономического развития наблюдается непрерывная тенденция к повышению уровня квалификации используемых видов энергии – уровня управляемости потока энергии и его плотности. «Электрический мир» полностью соответствует этим тенденциям.

 Концепция «электрического мира» подразумевает, что практически все потребности экономики в энергии удовлетворяются за счет единственного энергоносителя – электроэнергии, наиболее квалифицированного и удобного в применении. Ключевыми характеристиками «электрического мира» и переход к энергетическим системам нового поколения будет осуществляться по нескольким направлениям:

- создание интеллектуальных систем управления энергосистемой нового поколения;
- децентрализация производства электроэнергии и его интеграция в техносферу;
- развитие технологий дальнего транспорта электроэнергии;
- развитие технологий накопления электроэнергии в энергосистеме;
- повсеместное распространение электротранспорта.

 Сферы применения электроэнергии и ее географическая доступность будут расширяться, главным образом, за счет развития соответствующих энергетических технологий, позволяющих использовать электроэнергию в качестве энергоносителя в транспортном секторе (электромобили), накапливать и хранить (аккумуляторы), а также передавать на большие и сверхбольшие расстояния беспроводным способом (без использования традиционной электросетевой инфраструктуры). В целом, доля первичной энергии, используемой для производства электроэнергии, превысит 60% к 2065 г. по сравнению с 36% в 2010 г.

Электромобильный транспорт

 Ожидается массовое развитие электрического транспорта. Главным трендом будет развитие гибридов и электромобилей. Парк электромобилей к 2065 г. превысит более половины от общего мирового автомобильного парка,

повсеместно будет развернута соответствующая зарядная инфраструктура. Выпуск автомобилей с двигателем внутреннего сгорания существенно сократится

 При этом более значительная часть используемых автомобилей станут беспилотными.

Примат экологичности

 Вероятный закат неоиндустриализма может закончиться масштабным экологическим кризисом, наступление которого человечество постоянно отодвигает через ужесточение экологических требований к экономике и масштабные программы по защите окружающей среды. Отодвигает, но не исключает, поскольку пагубная деятельность человека по отношению к окружающей среде усиливается внутренними процессами, идущими в природно-климатической системе, которые рано или поздно приведут к радикальным природно-климатическим изменениям, а, следовательно, и к возможному экологическому кризису.

 Экологический кризис поставит новые требования перед энергетикой, которая станет по-настоящему «зеленой». Это не означает, что ВИЭ будут полностью доминировать в ТЭБ. Экологически ориентированной должна стать, прежде всего, традиционная энергетика на основе нового технологического уклада.

 Формирование нового энергетического уклада выдвигает особые требования не только к энергетическим ресурсам, но и к воде, поскольку именно вода и энергия создают условия для существования и развития человеческого сообщества в гармонии с природой. Они должны не просто разумно и эффективно потребляться из природных ресурсов, но и должны стать единой целевой задачей устойчивого развития при переходе к новой энергетической цивилизации. Поэтому энергия будущего – это не производство киловатт-часов или других единиц для оценки полезной работы, это одновременно и решение водно-энергетических проблем, т.е. минимальный расход и максимальное воспроизводство водных и энергетических ресурсов в их качественном виде.

Новая энергетическая эффективность

 На волне неоиндустриального развития, базирующейся на высокотехнологичных производствах и стремительной технологической глобализации, будет крепнуть тенденция ресурсной регионализации и

энергетического самообеспечения, что, в свою очередь, будет выдвигать повышенные требования к максимизации энергоэффективности, глубины переработки/использования первичных энергоресурсов.

 Такой переход позволит придать энергетическим системам целый ряд новых качеств – универсальность (возможность получения электроэнергии из любых источников и трансформации электроэнергии в любой необходимый потребителю вид энергии), гибкость и надежность.

 До 2000-х гг. повышение энергоэффективности происходило по отдельным направлениям, оно не было объединено в крупные системные концепции. В 2000-е гг. сформировались концепции «Энергоэффективного дома» (включая как «пассивный дом», так и «активный дом») и «Энергоэффективного города», которые придают развитию отдельных направлений энергосбережения и рационального использования энергии системный характер. В настоящее время концепция умного дома предполагает исключительно «пассивную», потребительскую направленность, ориентированную на оптимизацию энергоснабжения и энергосбережение. Новым принципом управления городом должны стать активные дома, предполагающие не только независимость потребления, но и составляющие ядро будущей моды на «человека энергоавтономного», являющегося не только потребителем, но и производителем энергии.

 «Энергоэффективный город» рассматривается как обобщение технологий «энергоэффективного дома». Помимо распространения энергоэффективных домов, энергоэффективный город предполагает технологические, организационные, экономические и пространственные решения, обеспечивающие низкий уровень потребления энергии городской инфраструктурой (освещение, транспорт, сетевая инфраструктура и пр.). Кроме того, энергоэффективный город предполагает органичное включение в городское пространство объектов производства энергии (на основе ВИЭ и использования вторичных источников энергии). Энергоэффективный город требует развития не только комплексных ориентированных на конечного потребителя систем энерго (газо-, тепло, водо-, и электро) снабжения, но и соответствующей инфраструктуры, обеспечивающей сочетание автономных, местных и централизованных систем. При этом вынос крупных объектов генерации и энергопотребления за черту города предполагает широкое использование новых технологий электрических связей (

сверхпроводящих кабелей и токоограничителей, сетевого аккумулирования энергии, интеллектуальных сетей (Smart и mini-grid).

 В отличие от «активного дома», концепция «энергетически автономного города» является существенно более жизнеспособной, поскольку удовлетворяет спрос на автономное энергоснабжение в больших масштабах, где допустимо использование более широкого набора технологий, и частично использует отдачу от масштаба. При этом остается в силе задача развития внешних энергоисточников (АЭС, ГРЭС и больших ТЭЦ) для подачи в экологически чистый город необходимых объемов электроэнергии для централизованного бытового, промышленного и сервисного энергообеспечения. «Энергоэффективный город» – это единство энергоэффективных технологий, высокотехнологичных платформ для оказания энергетических услуг, автономизация зданий (умный дом) и вовлеченность потребителя в процесс энергообмена, а также рационализация инфраструктуры (электрических связей и систем внешнего энергоснабжения).

 Повышение энергоэффективности коснется всех секторов конечного потребления. Потребление первичной энергии в мировой промышленности составляет в настоящее время 2,4 млрд. т н.э. - более трети всего конечного потребления энергии. К 2050 г. оно достигнет 3,9-4,1 млрд т н.э. увеличившись в 1,6-1,7 раза. Основными направлениями повышения энергоэффективности в промышленности будут использование вторичного сырья, мембранные технологии и переход к новым физико-химическим способам активации реакций (электронно-лучевым, электро-импульсным, лазерным, электротермическим, фототермическим) в химической промышленности, применение ультразвука (резонансное резание) и волоконных лазеров в металлообработке.

 Основными инновационными направлениями развития в коммунальном секторе будут оптимизация теплоснабжения, люминесцентные лампы, светодиоды белого цвета, распространение систем управления освещением, повышение эффективности бытовых приборов. Кроме того, важную роль будут играть комплексные решения в коммунальном секторе - концепции «энергоэффективного дома» (включая как «пассивный дом», так и «активный дом») и «энергоэффективного города».

География спроса

 Почти весь прирост энергопотребления будет обеспечен, главным образом, развивающимися странами Азии, Африки и Латинской Америки, тогда как в странах ОЭСР потребление энергии, напротив, будет стабилизироваться и даже сокращаться.

4.2. Новое производство (весь раздел требует коренной переработки. Лучше взять готовый текст из проекта ЭС-2035 с приоритетами прорывных технологий в отраслях ТЭК).

Многоукладность

 Баланс производства первичных энергоресурсов будет многоукладным без доминирования какого-либо одного источника энергии.

 Технологическая глобализация даст возможность повсеместной экономически рентабельной разработки местных ресурсов и тем самым сместит баланс эффективности от глобальных сырьевых рынков к их регионализации. На рынке энергетических товаров тенденция регионализации будет выражена в форме создания региональных энергетических пространств, близких к самообеспечению по основным видам энергоносителей. Соответствующие институциональные пространства (территориально-производственные энергопромышленные кластеры замкнутого типа) станут центральной формой регулирования мировой энергетики.

 Существует тесная связь между характером экономического и социального развития и качественными характеристиками используемой энергии. Развитие ВИЭ опирается на распределенных потребителей с малой единичной мощностью (аграрная либо постиндустриальная экономика, сельское население или малые города), в то время как развитие топливной (в том числе, атомной), а также крупной гидро- энергетики основано на концентрированных потребителях с высокой единичной мощностью (крупная энергоемкая промышленность и крупные промышленные города). Оба направления одинаково важны для устойчивого социально-экономического развития и не заменяют друг друга, что обуславливает потребность в их гармоничном сочетании и взаимодействии.

Баланс первичных источников энергии

 Наибольший прирост в структуре предложения первичных энергоресурсов будут демонстрировать неископаемые источники энергии, производство которых будет увеличиваться опережающими темпами по сравнению с общим ростом производства первичной энергии. Это позволит ВИЭ, включая большую гидрогенерацию, увеличить свою долю в мировом энергопотреблении до 22-25% к 2050 г. и 35-37% к 2065 г.

 Вместе с тем в общей структуре мирового ТЭБ, несмотря на бурный рост возобновляемой энергетики, сохранится относительное доминирование ископаемых видов топлива. Газ, нефть и уголь, включая все нетрадиционных их источники, в т.ч. газогидраты, а также производные от них энергетические ресурсы будут обеспечивать до 65% мировых энергетических потребностей к 2065 году. Здесь столь же подробно, как далее для угольной отрасли необходимо представить новые технологии добычи и переработки нефти, газа и нетрадиционных углеводородов, вторичными и третичными методами. Для описания этих методов можно использовать соответствующий раздел НТП в варианте ЭС – 2035 или в Программе инновационного развития ТЭК (отчет ИНЭИ для Минэнерго РФ).

 При этом произойдет существенное перераспределение предложения от нефти и угля в пользу газа. Экологически более чистый газ останется социально значимой альтернативой более «грязному» углю, особенно в Китае и Индии, на долю которых придется основной прирост его энергопотребления. Вместе с тем в угольной энергетике можно ожидать существенного ренессанса при освоении новых экологически « чистых» технологий сжигания топлива и развития безотходных производств.

 В целом будет продолжена тенденция по выравниванию в топливно-энергетической корзине долей отдельных видов топлива и нетопливных источников, что обеспечит усиление межтопливной конкуренции и повышение устойчивости и надежности энергоснабжения в целом.

Электроэнергетический баланс

 В электроэнергетике, которая является главным полем конкуренции между всеми энергоресурсами и множеством технологий, также продолжится диверсификация топливной корзины: потребление ВИЭ и газа обеспечит

наибольший прирост производства электроэнергии по сравнению со всеми остальными видами топлива. Здесь следует привести данные по балансу котельно-печного топлива из материалов ИНЭИ для ЭС-2036 и ЭС – 2050, либо из их доклада по энергетике -2040.

 Основной прирост производства электроэнергии в мире (80-90%) обеспечат развивающиеся страны.

Угольная отрасль

 Уже сегодня в основном разрабатываются запасы угля, которые по горно-геологическим и природно-климатическим критериям относят к технологичным и высокотехнологичным запасам. По мере истощения благоприятных запасов угля и при условии сохранения спроса на уголь возникнут предпосылки для коренного технологического прорыва в области добычи угля.

 В числе существующих прогрессивных технологий, обеспечивающих максимальную производительность труда, следует в частности отметить: при подземной добыче угля – длинные очистные забои по схеме «шахта-лава» и «шахта-пласт»; при открытой добыче угля – «циклично-поточные» схемы. Эти технологии достигли своего предела в передовых угледобывающих странах (Австралия, США и Германия) и в период до 2030 года получают всемерное распространение в развивающихся странах.

 В период после 2030 года получит развитие роботизированная добыча, скважинная добыча угля, включая подземную газификацию угля, то есть технологии без постоянного присутствия человека. На открытых горных работах автоматизация и роботизация производственных процессов получит максимальное развитие в «циклично-поточных» схемах разработки угольных месторождений. На смену карьерным самосвалам придут карьерные автопоезда грузоподъемностью до 1500 т (карьерные самосвалы, которые возможно объединять в автопоезд, управляемый одним единственным водителем, а перспективе и полностью автоматикой).

 С целью повышения технологичности производства и расширения базы использования угля как исходного продукта получит распространение глубокая переработка угля с получением продукции с высокой добавленной стоимостью (СЖТ, битумы, горный воск, гуминовые препараты, полукокс) в месте добычи на основе кластеризации, а также включение в одну технологическую цепочку предприятий различных отраслей промышленности. Здесь, в частности,

перспективным направлением является компаундирование шахтного метана и генераторного газа, полученного при газификации угля в газогенераторе, с получением продукции определенной кондиции.

 В связи с истощением запасов угля и ростом внутреннего потребления в некогда экспортоориентированных Индонезии и Вьетнаме остро встал вопрос с ограничением поставок его на внешний рынок. Ограниченность в ресурсной базе угля станет в ряде стран объектом регулирования со стороны государственных органов.

Возобновляемые источники энергии (это – правильно, но ни о чем)

 Увеличение абсолютного прироста мощностей и выработки электроэнергии на основе ВИЭ будет сопровождаться снижением относительных темпов их роста. Это будет обусловлено рядом причин. Во-первых, история мировой энергетики показывает, что при появлении нового источника энергии стадия его быстрого роста через 30-50 лет сменяется стадией насыщения, когда его доля в ТЭБ стабилизируется. Доля предшествовавших источников энергии сохраняется, но они не исчезают, а занимают свою определенную нишу. Во-вторых, по мере роста абсолютных масштабов отрасли поддерживать сверхвысокие темпы роста становится невозможно в силу нехватки строительных мощностей, оборудования и пр. В-третьих, инерция созданных основных фондов делает нерациональным вывод из эксплуатации уже существующего генерирующего оборудования, что будет ограничивать масштабы изменений. В-четвертых, при росте ВИЭ возникают определенные ограничения в энергосистемах, связанные с нестабильностью выработки электроэнергии ВИЭ. В-пятых, будут сохраняться экономические ограничения на использование ВИЭ во многих регионах мира. Наконец, в некоторых регионах мира отсутствуют достаточные для энергоснабжения этих регионов и экономически доступные ресурсы ВИЭ.

 Сценарий полного перехода к возобновляемой энергетике в горизонте даже до 2100 г. является маловероятным. Но уровень насыщения (как в плане снижения издержек, так и в плане роста мощностей) для мировой возобновляемой энергетики многократно превышает ее современные мощности. Это определяет высочайший потенциал роста отрасли.

Атомная энергетика

 Атомная энергетика будет активно развиваться в большинстве стран Азии, Латинской Америки, странах ЕАЭС, а также в Африке и на Ближнем Востоке. Северная Америка в основном сохранит текущий потенциал атомной генерации, компенсируя выбытие устаревших мощностей. Европа и развитые страны Азии значительно сократят атомные мощности.

4.3. Новая инфраструктура

Ключевые черты

 Энергетическая инфраструктура будущего будет носить не пассивный, а активный характер, т.е. она будет сама формировать опорный каркас развития, инициировать и стимулировать экономическое развитие, а не просто обеспечивать уже сложившиеся экономические и энергетические связи между уже сформированными узлами и центрами.

 Само понимание «энергетической инфраструктуры» будет расширяться. Она будет включать в себя не только физическую компоненту в виде нефтегазопроводов или линий электропередач, но и институциональные связи (систему институтов биржевой торговли и пр.), а также инновационную составляющую, предполагающую формирование каналов трансфера энергетических технологий.

 При этом произойдет интеграция имеющуюся инфраструктуры и проектов по ее развитию в рамках «инфраструктурных коридоров развития», объединяющих все существующие инфраструктурные системы (от нефте- и газопроводов до линий электропередач, железных и автомобильных дорог), в т.ч. каналы передачи информации и распространения инноваций.

 Энергетическая система в будущем будет представлять собой подобную сети Интернет инфраструктуру, предназначенную для поддержки энергетических, информационных, экономических и финансовых взаимоотношений между всеми субъектами энергетического рынка.

Новая электроэнергетика

 Электроэнергетика станет центральным звеном неоиндустриальной энергетики. Радикально изменятся принципы организации электроэнергетических систем: «умные сети», децентрализация энергетики,

интеграция ее с техносферой, управление энергопотреблением в режиме реального времени, технологии накопления и передачи электроэнергии, перестройка корпоративной и рыночной структуры отрасли, интеграция электроэнергетических систем крупных регионов мира.

 Современная сеть будет обеспечивать все функции генерации и хранения. Это обеспечит постепенное установление взаимодействия между различными типами генераторного оборудования и систем хранения энергии по принципу «plug-and-play».

 Только распределенная энергетика может использовать потенциал побочного производства энергии в рамках технологий «активных домов» и «энергоэффективного города».

 Усовершенствованные стандарты взаимосвязи активизируют широкий круг возможностей генераторного оборудования и систем хранения. Сети различной пропускной способности, от низкой до высокой, по существу будут взаимодействовать на всех уровнях напряжения, включая создание Super – Grid (межконтинентальных энергоколец), Smart – Grid (межсистемных и внутрисистемных связей: ВЛ и системных накопителей) и Mini-Grid (сетей, объединяющих местные и автономные системы). Эти инфраструктурные связи позволят объединить на параллельную работу (или соединить с помощью вставок и накопителей) энергоисточники, использующие различные природные ресурсы (как топливные, так ВИЭ, а также генерацию самого активного потребителя, что повысит надежность и живучесть энергообъединения в целом каждого конкретного потребителя. Для коммерческих пользователей зачастую будет проще и выгоднее устанавливать их собственные генераторы (включая высокоэффективные установки по комбинированному отпуску энергии) и устройства для хранения энергии.

 Крупные станции, включая те, что не оказывают губительного воздействия на окружающую среду (ветровые и солнечные батареи, объединенные в энергопарки и усовершенствованные в эколого-техническом отношении тепловые электростанции), будут играть важную роль в современной энергосистеме. Высокий уровень системы передачи будет связывать удаленные друг от друга источники энергии, что повысит эффект их общего участия в работе энергообъединений.

 Различные источники с простым соединением «plug-and-play» значительно увеличат возможности генерации и хранения энергии. Вне зависимости от того,

какой вид производства или хранения энергии необходим, между ними будет легче установить связь, когда модульный компонент будет адекватен спросу.

 Произойдет прорыв в области технологий передачи энергии за счет повышения конкурентоспособности сверхпроводящих линий электропередач. Ряд проектов по коммерческому внедрению сверхпроводящих линий уже сегодня реализуется в США, в частности, проект "Hydra" в Нью-Йорке. Сверхпроводящие линии открывают значительный потенциал для построения высокоэффективных систем с удаленными центрами генерации (существуют даже концепции трансконтинентальных электротранспортных сетей на сверхпроводниках).

 При почти полном отсутствии потерь при передаче электроэнергии станет возможным превращение мировой энергетики в кластерную систему, с десятком огромных энергопроизводящих «фабрик», передающих энергию в центры потребления. В малозаселенных районах с низкой концентрацией нагрузки незаменимы будут местные, в том числе возобновляемые источники энергии. Которые с помощью слабых инфраструктурных связей могут войти в состав общего энергообъединения, повысив его надежность и живучесть.

 Ключевым последствием развития технологий дальнего транспорта электроэнергии и создания управляемых межсистемных связей может стать интеграция электроэнергетических систем крупных регионов мира после 2030 года типа атлантического, афро-европейского и азиатского супер-колец.

Единое инфраструктурное пространство

 Энергетическая инфраструктура нуждается в комплексном управлении и формировании на ее базе международных институциональных пространств. Ожидается расширение географического и отраслевого охвата таких институциональных пространств, интеграции их между собой и переход к «единому институционально-инфраструктурному пространству», а также повышения роли таких пространств в международных энергетических отношениях.

Кластеризация

 Новыми объектами международных энергетических отношений станут промышленно-инновационные кластеры, а новыми субъектами – неоиндустриальные корпорации. Они будут отличаться доминированием проектной организации, вместо жесткой функциональной, и сочетать

эффективные механизмы мобилизации ресурсов с гибкостью. Одной из главных задач будет формирование в рамках частно-государственного партнерства региональных объектов энергетической инфраструктуры для создания промышленно-инновационных кластеров. Такие кластеры становятся также новой формой сетевого и многополярного управления обществом и территорией, аналогом сетевого государства развития на субнациональном уровне. Энергетическая инфраструктура, обеспечивающая работу таких кластеров, также стимулирует аккумуляцию факторов производства. В эпоху тотальной компьютеризации, которая будет значительно увеличиваться, энергетическая инфраструктура (и вместе с ней – энергоинформационная инфраструктура) играют роль наиболее важной базы для накопления других факторов производства, в первую очередь человеческого капитала, а также для повышения их структурного потенциала (производительности).

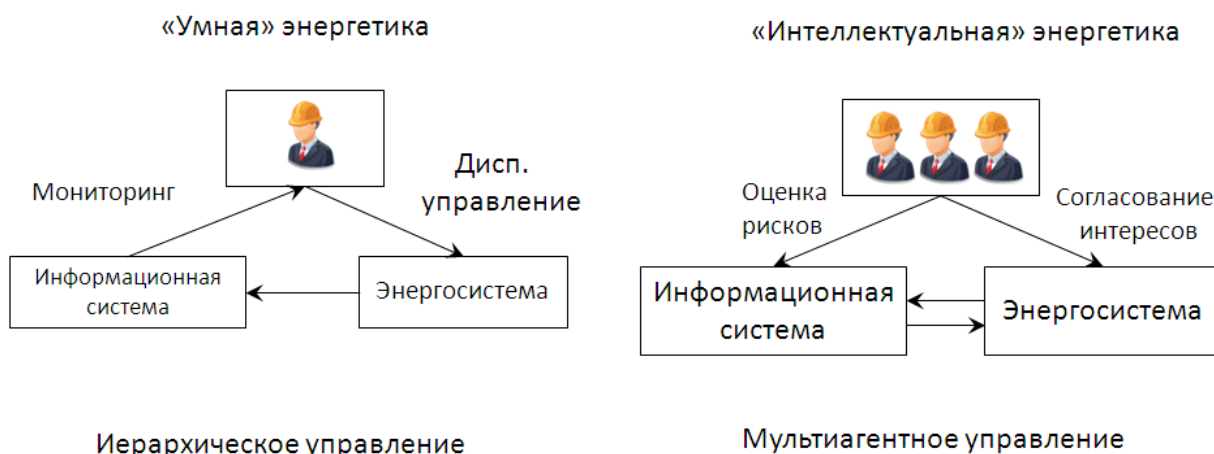
 Реконструкция энергетики на новой технологической основе создаст крупнейший рынок – компаний в области производства генерирующего и сетевого оборудования, в том числе и ВИЭ, в области информационного управления энергосистемами и энергоэффективности, в области новых материалов и т.п. Новая энергетическая инфраструктура может выступать важным фактором формирования качественно иного совокупного спроса. В настоящее время энергетическая сфера рассматривается в большинстве случаев в качестве обслуживающей отрасли, в то время как энергия в широком понимании создает и формирует спрос на продукцию более высоких «переделов».

4.4. Новое управление

Интеллектуальные системы

 Новая электроэнергетика будет представлять собой не только «силовую», а единую энергетическую энергоинформационную систему с участием человека не как лица, принимающего текущие решения, а координирующего решения, принимаемые «мультиагентной» системой управления и оценивающего риски действия такой системы. В этом принципиальное отличие «умной» энергетики, где оперативно-информационный комплекс «помогает» оператору (диспетчеру) принять решение, от новой «интеллектуальной» системы, где текущее управление осуществляется автоматизированной системой, учитывающей интересы многих

субъектов (агентов) и действующей по алгоритмам самонастраивающейся энергетической системы.



Источник: ИЭС

Рис. 1. Отличие «умной» и «интеллектуальной» энергетики

Развитие распределенной энергетики требует принципиально иного подхода к управлению энергетическими системами, ориентированного на принципы мультиагентности и интеллектуализации. «Интеллектуальная» система управления является эволюционным продолжением «умной» системы. Их основные отличия заключаются в структуре и динамике развития.

Так, в «интеллектуальной» системе на первое место выходят задачи оценки и управления рисками и согласование интересов множества субъектов системы, в то время как «умная» система решает задачи диспетчеризации и диспетчерского управления в условиях строгой иерархической структуры.

Следствием увеличения объектов управления и их разнообразных взаимосвязей, в первую очередь за счет развития распределенной генерации, станет «проклятие размерности», что потребует перераспределения на нижние уровни ответственности в системе и, соответственно, ее интеллектуализации. Таким образом, вначале будет происходить переход от аналоговых систем управления к цифровым с построением единой энергоинформационной системы, в результате чего будут доминировать «умные» системы управления. Затем вслед за увеличением информации, субъектов и объектов управления потребуются интеллектуализация построенной на предыдущем этапе энергоинформационной системы. В результате, произойдет переход от «умных» к «интеллектуальным» системам управления.

 В совокупности указанные выше требования сводятся к созданию интеллектуальных Единых энергетических систем нового поколения (ЕЭС 2.0) .с. Тренд более квалифицированного использования энергии требует перехода от «массовой» к «точечной» энергетике, для чего необходима интеграция энергетических и информационных систем. Возникают интеллектуальные системы управления энергетикой, как на уровне энергосистемы, так и на уровне отдельного потребителя. Примерами таких систем уже в настоящее время являются технологии «умных сетей» (smart grids) и системы управления энергопотреблением в зданиях и на производственных объектах. Из современных разрозненных элементов сложится целостная система интеллектуального управления энергетикой от производства до конечного потребления.

 В электроэнергетике это потребует создания Единых энергетических систем второго поколения (ЕЭС 2.0) с возможностями оптимизации нагрузки со стороны конечных потребителей в режиме реального времени. В других отраслях энергетики этот тренд будет выражен слабее (поскольку характерное время доставки энергоносителя потребителю несравнимо выше), но также приведет к прогрессу систем диспетчеризации, управления, контроля качества. В результате взаимодействия интеллектуальных систем управления энергетикой и систем энергетической поддержки информационных систем будут формироваться единые энергоинформационные системы, в которых доступ к информационной сети Интернет и доступ к электроэнергетическим сетям, поддерживающим возможность доступа, будут тесно взаимосвязаны и будут оказывать друг на друга взаимное влияние.

 Таким образом, новая энергетическая цивилизация предполагает высокую энергоэффективность, интеллектуальные системы управления, ориентацию на потребителя и удовлетворение его различных потребностей, множественность используемых источников энергии (многоукладность) и возможность их гибкой смены, системный подход к развитию энергетики.

4.5. Новое международное взаимодействие

Региональная дифференциация

 Важным фактором эволюции международных энергетических отношений будет изменение роли развивающихся стран – не только в отношении роста валового энергопотребления, но и в отношении увеличения их роли в

технологическом развитии и приближения к роли развитых стран. В ближайшие десятилетия экономический разрыв между развитыми и развивающимися странами продолжит сокращаться, хотя и останется весьма высоким.

 Вместе с тем, этот процесс крайне неравномерен по регионам и в структурном отношении. Страны Восточной и Юго-Восточной Азии, а также Индия превратились в значимый фактор технологического развития. Но страны Латинской Америки, Ближнего Востока и Африки по-прежнему отстают. Даже для успешных развивающихся стран характерны дисбалансы между развитием различных научных направлений, а также между стадиями инновационного процесса. Технологическая дистанция между развитыми и развивающимися странами будет снижаться, но при этом сохранится высокая технологическая дистанция между отраслями, регионами и фирмами в пределах развивающихся стран – технологическая граница сместится с мирового уровня на национальный или региональный.

 В результате инновационные и технологические факторы в международных энергетических отношениях будут усиливаться, а ресурсные факторы – соответственно ослабевать. По мере технологической глобализации именно наличие собственной научной базы и доступа к технологиям, а не наличие ресурсов и доступ к ним, будут определять статус различных стран.

Участники взаимодействия

 Формирование энергетики будущего, как органическая часть общей трансформации мировой системы, будет во все большей степени способствовать ускоренному появлению и усилению новых субъектов мирового развития, адекватных быстро меняющимся экономическим и энергетическим реалиям. Следует выделить три основных класса новых игроков или трансформации старых.

Во-первых, это международные и наднациональные структуры регулирования⁵⁶. В настоящее время сложность международных экономических и политических отношений требует целой системы организаций, как глобального (ВТО, Группа 20 и др.), так и регионального (Европейский Союз, ОЭСР, НАФТА и т.п.) уровня. Такие структуры включают военно-политические блоки (НАТО), экономические объединения (ВТО, ОЭСР), отраслевые союзы и картели (ОПЭК,

⁵⁶ Транснациональные политические пространства: явление и практика / Отв. ред. М.В. Стрежнева – М.: ИМЭМО, 2010.

ФСЭГ) и комплексные институциональные пространства (Европейский Союз). Сложная переплетающаяся сеть таких организаций все в большей степени приобретет относительную автономность.

Во-вторых, важнейшую роль играют институциональные пространства на базе инфраструктуры и региональных производственных систем, тесно связанных взаимными инвестициями и торговлей. Эти пространства могут существовать в форме региональных торговых соглашений, системы двусторонних отношений, региональных интеграционных группировок различного типа, специализированных отраслевых организаций. По мере усиления роли инфраструктурных факторов и региональных и глобальных цепочек создания стоимости их роль возрастает. Институциональные пространства, в отличие от национальных государств, способны интегрировать в себя как отдельные государства и их объединения (альянсы, союзы, блоки), так и отдельные регионы внутри государств (приграничные объединения), а также мир транснациональных корпораций через инфраструктурную общность, глобальные и региональные производственные сети и мировые валютные режимы.

В-третьих, одной из важнейших тенденций посткризисного этапа мирового развития будет трансформация роли государства. Рост роли институциональных пространств означает не столько ослабление роли национальных государств, сколько их трансформацию. Государство будет выполнять важнейшую функцию – согласование деятельности всех институциональных пространств на определенной территории.

Сетевая основа

 Международные энергетические отношения будут носить все более сетевой характер. Непрерывность инновационного развития ТЭК будет обеспечена за счет дальнейшего усиления международных альянсов стран, отдельных регионов и компаний, которые будут согласовывать свои усилия для решения различных энергетических задач от разработки уникальных месторождений до реализации прорывных технологических решений.

4.6. Новая торговля

Глобализация рынков

 Завершится формирование глобальных и региональных рынков всех первичных и вторичных энергоносителей с развитой рыночной инфраструктурой, обеспечивающей новые условия международной торговли и новые правила ценообразования.

 Международная торговля энергоресурсами будет одним из факторов формирования мультивалютной системы, поскольку она обеспечивает развитие финансовых рынков в странах-экспортерах, так и на международном уровне. С другой стороны, для международных энергетических отношений одним из центральных вопросов станет система международных расчетов в различных валютах и борьба за доминирование в системе финансовых потоков

 Усилению конкуренции на международных энергетических рынках будет способствовать появление новых глобальных игроков, которые будут теснить традиционных экспортеров энергоносителей и повышать степень диверсификации глобальной торговли энергоресурсами (Восточная Африка и Восточное Средиземноморье, Иран и др.).

 Центр международной торговли энергетическими ресурсами продолжит смещаться в страны АТР. Это предопределил переориентацию основных потоков поставок в Азию.

Рынок нефти

 Торговые потоки на рынке нефти существенно изменятся. Экспортные рынки для всех ведущих производителей заметно сузятся после 2040 г. За счет роста добычи нефти сланцевых песков в США и битуминозных песчаников в Канаде Северная Америка станет нетто-экспортером нефти после 2025 г. Латинская Америка (в первую очередь, Бразилия благодаря разработке глубоководных месторождений) и Африка также усилят свои позиции крупных производителей нефти. Вместе с тем лидирующие позиции среди экспортеров сохранит Ближний Восток благодаря наименьшей себестоимости добычи.

 Наиболее перспективным рынком сбыта для сырой нефти станут страны АТР – это единственный регион, где импорт по сравнению с 2016 г. увеличится. Китай и Северо-Восточная Азия в целом не смогут самостоятельно удовлетворить

свой спрос на нефть и будут наращивать импорт, в основном из стран Ближнего Востока, а также из Северной Америки, России и Центральной Азии.

 Латинская Америка превратится из нетто-импортера нефтепродуктов в нетто-экспортера. В то время как импорт средних дистиллятов будет приходиться в основном на страны АТР, Европу, Африку и Латинскую Америку, растущие объемы поставок нефти будут сконцентрированы в основном в АТР. В целом ожидается существенный рост импорта в АТР. В Европе, напротив, ожидается снижение импорта как нефти, так и нефтепродуктов.

Рынки газа

 Газовая отрасль обладает наилучшими перспективами среди отраслей топливной энергетики. Природный газ представляет собой лучший вид органического топлива с точки зрения технологического удобства использования потребителями всех видов и экологической безопасности, поэтому его потребление будет расти опережающими по отношению к росту мировой энергетики темпами. Основными трендами ее развития являются:

- опережающий рост потребления газа, особенно на ненасыщенных рынках Азии,
- интеграция региональных газовых рынков в мировой рынок за счет развития поставок СПГ,
- эволюция ценообразования на газовом рынке,
- переход от «геополитики нефти» к «геополитике газа».

 Развивающиеся страны Азии – это единственный регион, который поменяет статус нетто-экспортера природного газа на нетто-импортера, при этом наибольший рост импорта ожидается в Китае и Индии. Северная Америка за счет добычи сланцевого газа обеспечит полную самодостаточность, снизит зависимость от внешних поставщиков, получит возможность гибко реагировать на колебания рыночной конъюнктуры, изменять направления поставок на наиболее прибыльные рынки. Китай также обладает большими запасами нетрадиционного газа, кроме того, в стране активно развивается необходимая инфраструктура.

 США и Китай будут наиболее влиятельными участниками мирового газового рынка: США – со стороны предложения и ценообразования, Китай – со стороны спроса.

 Развитие добычи сланцевого газа в США будет оказывать значительное влияние на мировые рынки в перспективе до 2035 г., прежде всего в части перераспределения потоков СПГ, роль которого в международной торговле газом существенно возрастет. С 2017-2018 гг. возможно начало экспорта СПГ из США и Канады. Этот экспорт будет направляться, прежде всего, на рынки Северо-Восточной Азии и Европы. Помимо США и Канады, крупным экспортером СПГ станет Австралия, которая к 2018 г. обгонит Катар по объему мощностей сжижения, а также Восточная Африка. Появление новых крупных игроков на рынке СПГ достаточно сильно скорректирует направления поставок традиционных производителей, которые все больше будут ориентировать свой экспорт на Азию.

 Страны ОПЕК стремительно теряют свои позиции на газовом рынке, как из-за появления новых игроков (США, Австралия), так и из-за резкого роста внутреннего спроса на газ и необходимости удовлетворить его для решения социальных проблем.

 Европа остается крупным нетто-импортером. Ее потребности в импорте газа будут расти. Часть его будет покрываться трубопроводными поставками, в том числе из России, но не менее трети – за счет СПГ.

 Существенное влияние на международную торговлю газом к 2065 г. начнет оказывать развитие производства газа на основе газогидратов. Япония может выйти к этому времени на полную самообеспеченность газом за счет газогидратов с перспективой превращения в нетто-экспортера газа, ориентированного на рынки Китая и Южной Кореи.

 Международная торговля газом будет расти как за счет поставок трубопроводного природного газа, так и за счет сжиженного природного газа (СПГ). Рост доли СПГ - долгосрочная тенденция с 1980-х гг. К настоящему времени доля СПГ в международной торговле оставляет 27,7%. Во всех сценариях рост доли СПГ продолжится. К 2030 г. в стагнационном (ранее от сценарного подхода в РЭО отказались - ???) сценарии она достигнет 50%. Результатом развития поставок СПГ будет постепенная интеграция региональных рынков в мировой рынок природного газа. В перспективе поставки СПГ из стран Ближнего и Среднего Востока могут занять балансирующее положение между атлантическим и тихоокеанским рынками, но переход к полноценному (???) мировому рынку природного газа (м.б. СПГ - ?) возможен только после 2030 г.

Рынок угля

 Сравнительно низкая транспортабельность угля по сравнению с нефтью и газом в сочетании с его относительной дешевизной и территориальным совпадением добычи и потребления угля ограничивают развитие международной торговли.

 Предпосылками роста международной торговли являются развитие дешевой и безопасной добычи открытым способом в лидирующих странах – экспортерах, а также развитие экономик Индии и Китая. По мере роста спроса и платежеспособности потребителей, а также развития международных связей местная добыча (особенно на маломощных шахтах с подземной добычей, высокими издержками и рисками) будет частично замещаться импортом. Однако динамика потребления угля в решающей степени будет зависеть от конкуренции со стороны других энергоносителей, прежде всего, газа, а также ужесточением экологических требований к выбросам в атмосферу угольных ТЭС.

 Основными игроками на мировом угольном рынке будут крупнейшие экспортеры (Австралия, ЮАР, Индонезия, Россия, Колумбия) и импортеры (Европа, развитые и развивающиеся страны Азии). Самым крупным импортером угля станет Индия. США останутся экспортером угля, но их роль во многом будет определяться ситуацией на внутреннем рынке и конкурентоспособностью угля по отношению к газу.

4.7. Новое ценообразование

Общие черты (кто писал – что-то примитивно – несуразное. Ни о чем...)

 Резкое ужесточение конкуренции и развитие альтернативных способов энергоснабжения приведет к выравниванию цен конечной энергии вне зависимости от источника энергии. Как следствие, цены на энергетические ресурсы будут определяться ценами на конечные энергетические услуги, а не наоборот, как это происходит в настоящее время. В результате цены на энергоносители будут иметь тенденцию к снижению, поскольку по мере усложнения энергетических услуг все большая часть стоимости будет оставаться у компаний – поставщиков услуг, а не у компаний – поставщиков сырья.

 В перспективе после 2035 г. получит развитие принципиально новая модель ценообразования с привязкой к ценам на конечные потребительские

услуги. Она будет распространяться в первую очередь в экономически развитых странах и при этом может формально развиваться при поддержании традиционной биржевой торговли энергоресурсами, хотя по существу биржевые цены будут определяться конечным рынком потребительских услуг и технологий.

 Появление альтернативных способов энергоснабжения и повсеместного спроса на них приведет к формированию новых производных финансовых бумаг на эти новые альтернативные товарные активы. (непонятно, о чем идет речь -???) Это. в свою очередь, обеспечит трансферт капитала из «старых» биржевых товарных активов в «новые». В результате в целом, несмотря на ослабление роли нефти в мировой торговле и ценообразовании на прочие ТЭР, роль финансовых факторов, ценовых спекулятивных «пузырей» и, собственно, сама роль биржевого ценообразования на энергетических рынках не утратит свою актуальность в долгосрочной перспективе. (а почему она может быть утрачена - ? Скорее наоборот, именно биржевое ценообразование, основанное на эффекте конечной стоимости и востребованности услуг, будет интенсивно развиваться и порождать новые формы ценовых производных)

 Динамика биржевых цен на энергоресурсы будет подвержена циклическим изменениям и существенным краткосрочным колебаниям.

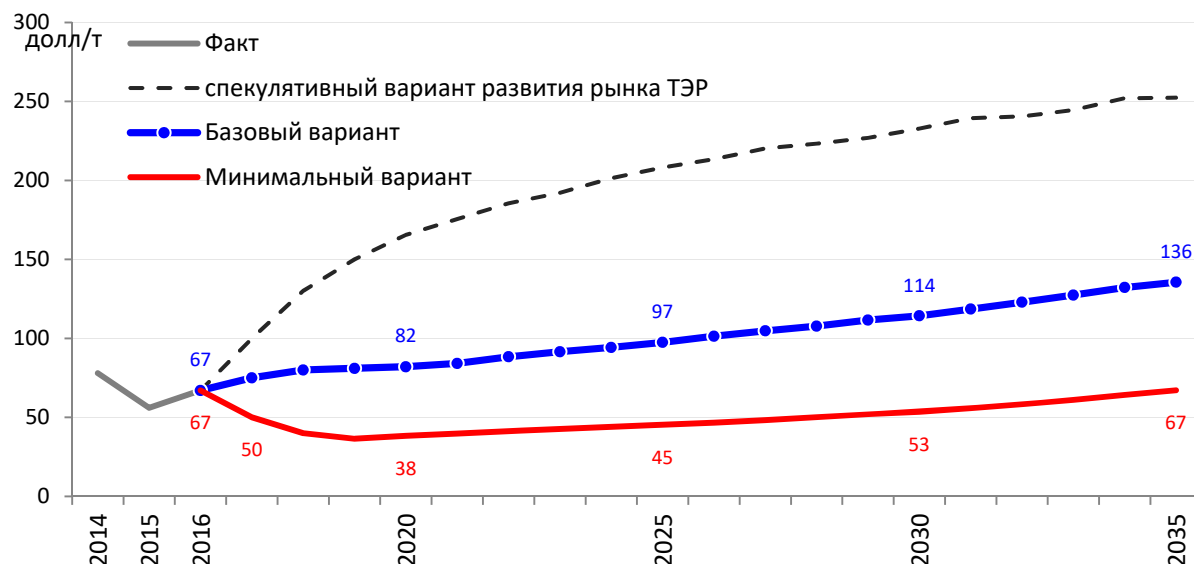
Ценообразование на газ

 Среди рынков ископаемых энергоресурсов наибольшие изменения претерпит структура ценообразования на газовых рынках. До 2035 г. будет наблюдаться повсеместный, преимущественно плавный, сдвиг международной торговли к конкуренции газ-газ за счет постепенного снижения роли контрактов с привязкой к ценам на нефтепродукты и иные товары-субституты. Результатом дальнейшего развития мирового рынка СПГ станет постепенная интеграция региональных рынков в мировой рынок природного газа, что будет также способствовать сближению уровня региональных цен благодаря возможности арбитража поставок. При этом, поскольку центры роста спроса на газ продолжат смещаться в страны с нерыночными (????) моделями ценообразования, широкое распространение регулируемого ценообразования на национальном уровне будет сохраняться, по меньшей мере, до 2040-2045 гг.

Ценообразование на уголь

 Уголь потенциально является наиболее дешевым видом топлива.

Как показывают расчеты, мировая цена на уголь составит в 2035 году 67 долларов США за тонну по минимальному варианту и 136 долларов США – в базовом варианте. Достижение уровня верхней границы прогноза возможно эпизодически и только в течение 10-15 месяцев в период всплеска спекулятивных операций на рынке топливно-энергетических ресурсов.



Источник: Расчет АО «Росинформуголь»

Рис. п1. Прогноз мировых спотовых цен CIF на энергетический уголь до 2035 года (в ценах 2016 года)

По мнению АО «Росинформуголь» в период 2035-2065 годы динамика роста цен на уголь, рассчитанная до 2035 года, может существенно измениться. Основным отличием будет диапазон прогнозного коридора, который будет функцией динамичного развития альтернативных источников энергии и снижения доступности запасов угля, соответственно для первой – это будет нижняя граница, а для второй – верхняя граница цен.

4.8. Новое регулирование

Проводимые многими странами структурные реформы энергетического сектора, либерализация и изменения правил торговли могут серьезно повлиять как на условия конкуренции, так и в целом на саму возможность осуществлять поставки на определенные рынки. В настоящее время в качестве наиболее наглядного примера данного явления может рассматриваться Европейский союз и проводимый им Третий энергетический пакет, предполагающий возможности ограничения доступа к инфраструктуре или к рынкам для поставщиков и создающий риски потери активов (стоимости активов) для компаний.

 Серьезную угрозу могут представлять различные способы вмешательства государств-потребителей в ценовую политику – от непосредственного регулирования цен (с поддержанием их низкого субсидируемого уровня) до регуляторных изменений условий межтопливной конкуренции, систем ценообразования на отдельных товарных и региональных рынках и условий контрактов.

 Надгосударственное регулирование в угольной области возможно, в основном, только в сфере потребления угля. В настоящее время делаются попытки ограничить вредное воздействие, в том числе, угольной генерации на окружающую среду. Введение обязательных стандартов энергоэффективности и экологической безопасности станут обязательным условием функционирования топливно-энергетического комплекса. Однако, на наш взгляд, для развивающихся стран это будет эволюционным процессом, то есть введение этих стандартов произойдет по мере насыщения спроса на энергоносители.

 К надгосударственному «регулированию» необходимо отнести и внешнеполитическое и внешнеэкономическое воздействие путем введения санкционных условий для отдельных угледобывающих стран. В прогнозном периоде имеется вероятность продолжения практики международных санкций, в том числе и эмбарго на экспорт и импорт угля, а также технику и технологии для производства и потребления угольной продукции.

 Энергетическая политика также будет менять облик энергетической системы государств и темпы ее развития. Так, чтобы диверсифицировать топливно-энергетический баланс и снизить внутренний спрос на уголь, в 2017 году Китай намерен ввести схему торговли выбросами, охватывающую электроэнергетику и тяжелую промышленность. В перспективе, в связи с ужесточением экологических требований, будет набирать темпы регулирование в зависимости от динамики воздействия потребления угля на окружающую среду.

5. Траектории энергетической трансформации

5.1. Сценарий неустойчивого равновесия

5.1.1. Основные характеристики сценария

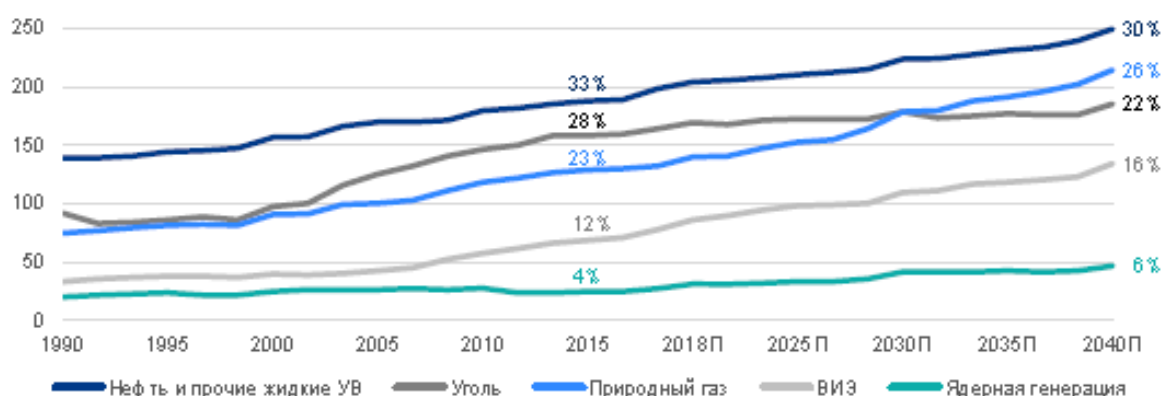
Сценарий предполагает инерционную траекторию движения к целевому состоянию темпами и механизмами, близкими к текущим, на основе неоиндустриального развития мировой экономики. Целевое состояние в рамках этого сценария будет достигнуто к 2060-2065 гг.

Основной предпосылкой стагнационного сценария является трансферт существующих технологий в развивающиеся страны с целью снижения энергоемкости процесса неоиндустриализации. С высокой долей вероятности может сложиться сложная система технологического регулирования мировой энергетики, включающая глобальные и локальные климатические соглашения, климатические налоговые и таможенные тарифы, технологические стандарты. Ключевые проблемы мировой энергетики будут сосредоточены в возобновляемой и газовой энергетике.

В рамках данного сценария государства будут использовать крупные проекты в области энергетической и энергоинформационной инфраструктуры для достижения задач неоиндустриального роста. Инвестируя в инфраструктурные проекты, государство стимулирует принять в этом процессе участие и представителей частного капитала. Такие проекты станут важнейшим объектом международных энергетических отношений. Ряд ключевых стран мира будут определять свои интересы в энергетической сфере на основе задач неоиндустриализации. Инвестиции в развитие чистой энергетики, «умных сетей», систем связи и транспорта, снижение затрат и повышение надежности энергоснабжения рассматриваются как ключевой элемент стратегии промышленного развития.

Неоиндустриальное развитие будет включать в себя новые технологии получения, преобразования и использования энергии, технические решения для создания энергетических и информационных систем нового поколения, новой среды обитания с учетом требований энергоэффективности, минимизации количества отходов и стремления к безотходному производству.

График 3.1. Потребление энергии в мире, квадриллионы БТЭ



5.1.2. Электроэнергетика

...

5.1.3. Нефтяная отрасль

Транспортный сектор продолжит оставаться основным драйвером мирового спроса на нефть на горизонте до 2030 г. По нашим оценкам, потребление нефти в дорожном транспорте вырастет на 7 млн барр./сут. к 2030 г. Наибольший вклад в потребление нефти в дорожном транспорте будет вносить сектор грузовых перевозок. Повышение топливной эффективности автомобилей с ДВС, распространение электромобилей и гибридов приведут к тому, что спрос на нефть со стороны легкового автотранспорта прекратит расти к 2025 г. и начнет постепенно снижаться. Тем не менее, потребление нефти коммерческим транспортом продолжит расти, поскольку мы предполагаем, что распространение электромобилей в данном сегменте будет происходить медленнее, чем в сегменте легковых автомобилей. Рост потребления нефти со стороны грузового транспорта нами оценивается в 4,5 млн барр./сут. к 2030 г.

5.1.4. Газовая отрасль

Газовая отрасль будет отличаться наилучшей производственной динамикой среди отраслей топливной энергетики. Основными трендами ее развития будут опережающий рост потребления газа, особенно на ненасыщенных рынках Азии, интеграция региональных газовых рынков в мировой рынок за счет развития поставок СПГ, эволюция ценообразования на газовом рынке, переход от

«геополитики нефти» к «геополитике газа». Эти тенденции проявились в 2000-е гг. и будут продолжаться до 2050-х гг.

Добычи природного газа в регионах-лидерах (Ближний и Средний Восток – 30%, Россия – 45% и Центральная Азия – 15%), а также рост международной торговли и доминирование ограниченного числа поставщиков и направлений поставок. Для транзита СПГ, как и для поставок нефти, особое значение приобретут критические узлы энерготранспортной инфраструктуры, через которые проходит большая часть транспортируемых в мире углеводородов – Ормузский пролив, Аденский залив – Красное море – Суэцкий канал, Малаккский и Зондский проливы и Южно-Китайское море. В транзите трубопроводного газа будет продолжаться «война трубопроводов», особенно вокруг стран Центральной Азии, что приведет к реализации ряда конкурирующих проектов сомнительной экономической оправданности.

Рынок США показывает уверенную динамику как в спросе, так и в предложении. Несмотря на появление альтернативных источников энергии и беспокойств по поводу экологического ущерба от использования газа в качестве топлива в ближайшие 5 лет США увеличат спрос на газ на 42 млрд куб. м., в то время как добыча вырастет на 63 млрд куб. м исключительно за счет сланцевых месторождений. Таким образом, США всё больше снижают зависимость от импорта газа.

США являются крупнейшим потребителем газа в мире, потреби́в в 2016 году по нашей оценке 785,3 млрд куб. м. Основной спрос предъявляют сектор генерации электроэнергии и промышленность. К 2021 году Соединенные Штаты увеличат спрос на 42 млрд куб. м с 785,3 млрд куб. м. в 2016 году до 827,3 млрд куб. м., что соответствует росту на 5%. Стоит отметить, что это значительно меньше роста всей экономики за этот период, который прогнозируется МВФ на уровне 9,2%.

Наиболее быстро растущем сектором в период 2016-2021 гг. станет промышленность, которая увеличит свой спрос на 35,7 млрд куб. м с 172,2 млрд куб. м в 2016 г. до 207,9 млрд куб. м в 2021 г., что соответствует росту на 21%. Однако, с точки зрения абсолютного объема, лидером останется генерация электроэнергии, благодаря которой спрос увеличится на 14,1 млрд куб. м с 294,3 млрд куб. м в 2016 г. до 308,4 млрд куб. м в 2021 г., что соответствует росту на 5%. Такой скромный рост объясняется тремя основными факторами:

-  Медленный рост спроса на электричество
-  Удешевление мощности ВИЭ

Государственная поддержка установки мощностей ВИЭ

С другой стороны, газ становится более предпочтительным источником электроэнергии по сравнению с углем благодаря низким ценам на голубое топливо.

График 2.11. Генерация и мощности газовых установок, ГВт, ТВт*ч

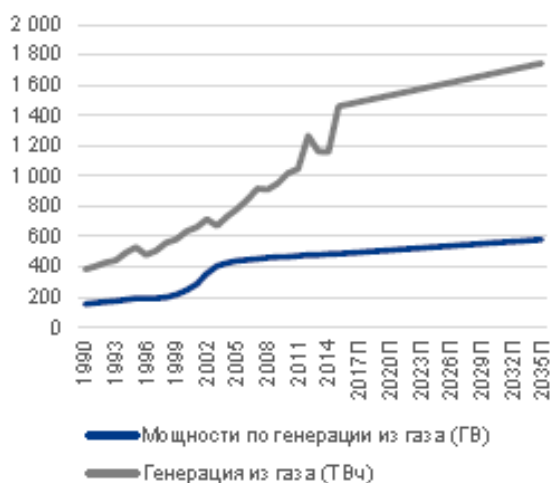


График 2.12. Цена на газ Henry Hub, \$/MBtu



Прогнозируется, что тенденция роста добычи газа из сланцевых коллекторов сохранится и на среднесрочном горизонте до 2021 года, когда она достигнет 420 млрд куб. м. (увеличение на 143,9 млрд куб. м), в то же время, совокупное предложение газа в США вырастет только на 63 млрд куб. м. и достигнет 757,6 млрд куб. м. из-за падения традиционной добычи газа.

График 2.17. Долгосрочный прогноз предложения газа, млрд куб. м

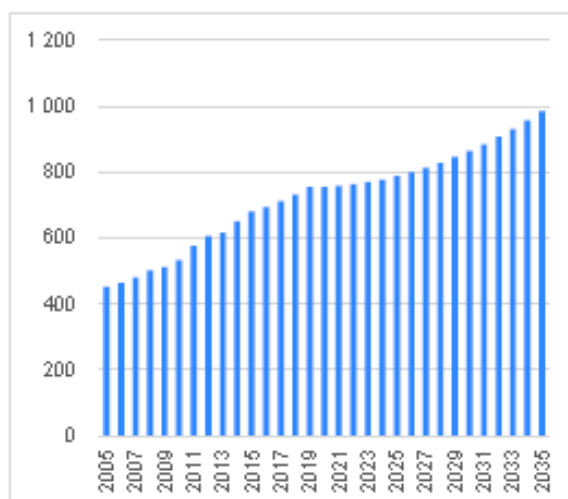
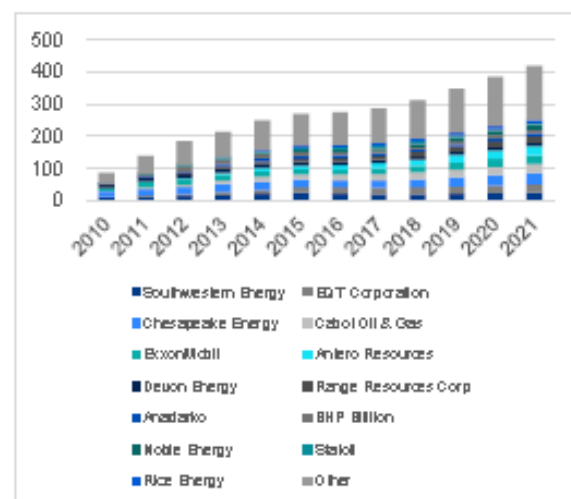


График 2.18. Добыча сланцевого газа в США, млрд куб. м



Европа останется чистым импортером газа. На горизонте до 2025 года спрос незначительно вырастет до 501 млрд куб. м, но все равно будет ниже уровня 2013 года. При этом добыча газа снизится на 57 млрд куб. м в основном из-за падения в

Нидерландах. Таким образом, потребность в импорте газа в Европе возрастёт. Однако развитие рынка СПГ окажет давление на долю трубопроводного газа. То, насколько Россия сможет воспользоваться увеличивающимся спросом на импорт газа со стороны европейских потребителей будет во многом зависеть от строительства СПГ-мощностей в Российской Федерации.

График 2.13. Распределение спроса на газ по отраслям, млрд куб. м



График 2.14. Распределение спроса на газ по отраслям, млрд куб. м



График 2.15. Долгосрочный прогноз спроса на газ, млрд куб. м

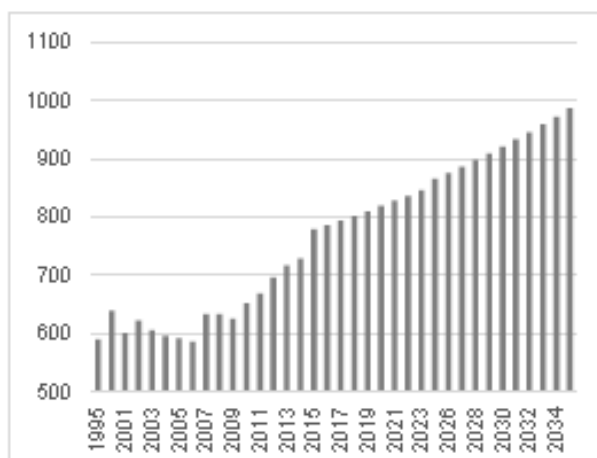
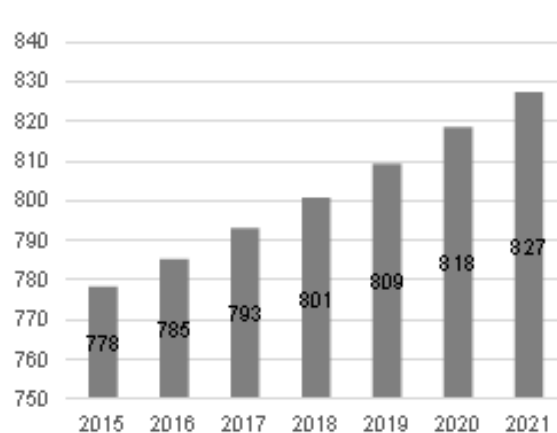


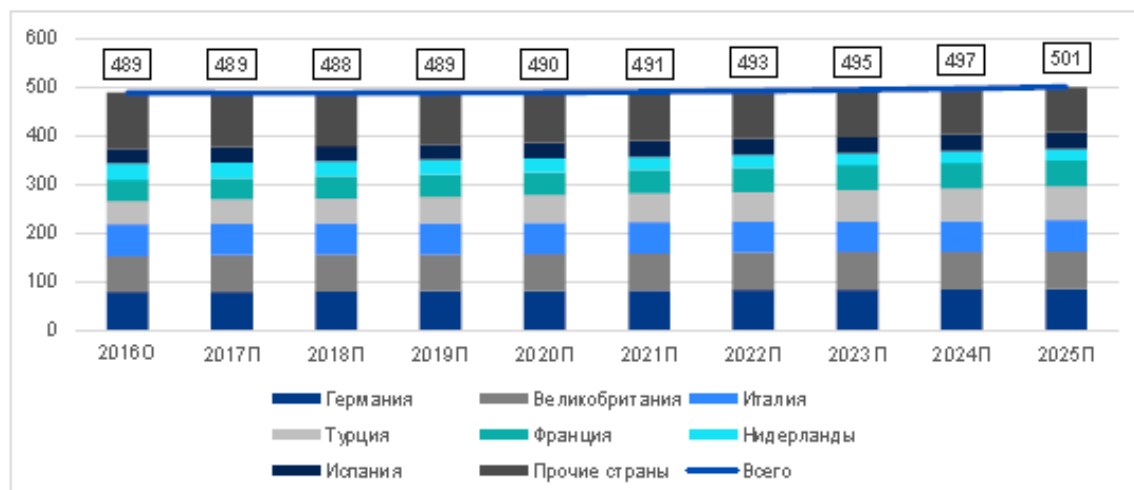
График 2.16. Краткосрочный прогноз спроса на газ, млрд куб. м



Совокупное потребление газа в Европе вырастет за 9 лет на 10,7 млрд куб. м с 488,9 млрд куб. м в 2016 г. до 500,6 млрд куб. м в 2025 г., что соответствует изменению на 2,4%. Основной вклад в это изменение привнесут Турция, Германия и Франция:

-  В Турции потребление вырастет на 21,9 млрд куб. м до 69,9 млрд куб. м в 2025 г.
-  В Германии - на 6,4 млрд куб. м до 85,5 млрд куб. м в 2025 г.
-  Во Франции рост составит 10,7 млрд куб. м до 53,6 млрд куб. м.

График 2.20. Прогноз потребления газа в Европе, млрд куб. м.

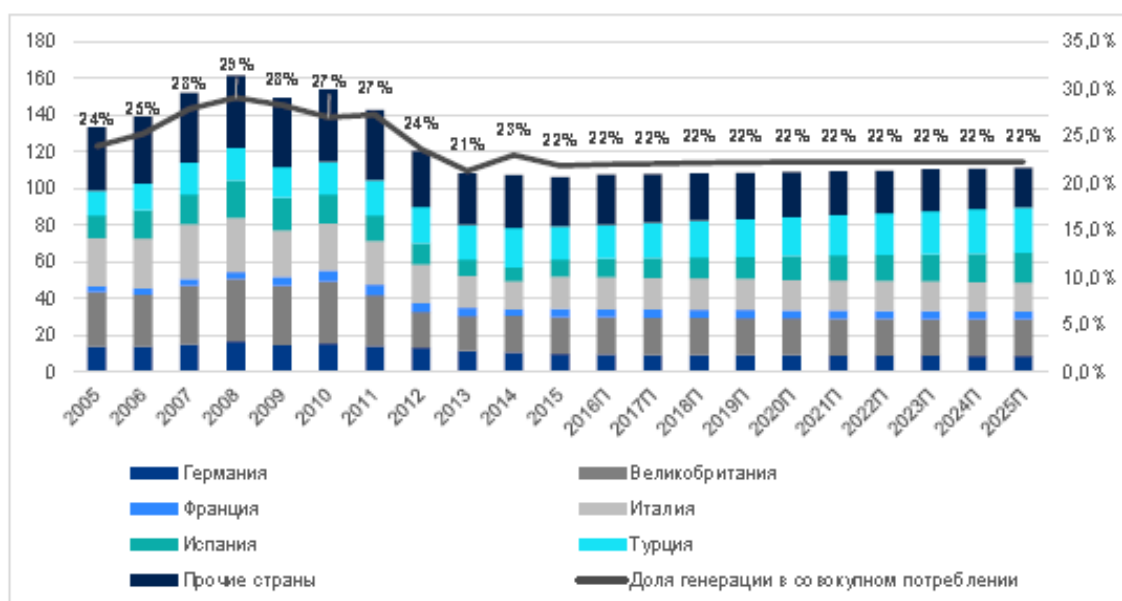


Доля генерации в спросе на газ исторически находилась на уровне 24%-29%, однако к 2016 году упала до 22%

Мы прогнозируем, что на горизонте до 2025 года доля генерации будет оставаться стабильной в связи с двумя разнонаправленными трендами: ввод мощностей ВИЭ и переключение с угля на газ, как в связи с более низкими ценами на последний, так и в связи с Парижским соглашением, который ограничивает выброс парниковых газов в атмосферу для ратифицировавших его стран.

Всего в Европе потребление газа для нужд электрогенерации изменится на 3,9 млрд куб. м с 107,7 млрд куб. м в 2016 г. до 111,6 млрд куб. м в 2025 г. Основной вклад внесут Турция (рост на 6,2 куб. м) и Испания (рост на 5,9 млрд куб. м).

График 2.21. Потребление газа генерацией электроэнергии, млрд куб. м.



Всего в Европе добыча упадёт на 57,9 млрд куб. м с 238,2 млрд куб. м в 2016 г. до 180,3 млрд куб. м в 2025 г., что соответствует изменению на -24,3%. Основной вклад в падение внесут Норвегия (падение на 8,9 млрд куб. м), Нидерланды (падение на 27,6 млрд куб. м) и Великобритания (падение на 5 млрд куб. м).

Существует вероятность, что и после 2030 г. в связи с ограниченными возможностями развития ВИЭ в Европе, на производство конструкций для которого требуется большой расход электроэнергии, и отказом ряда стран от дорогостоящей поддержки ВИЭ при пересмотре излишних требований снижения выбросов CO₂, спрос на внешние поставки энергоносителей в Европу (американского угля, российского газа) сохранится на прежнем уровне.

График 2.24. Прогноз добычи газа в Европе по странам, млрд куб. м

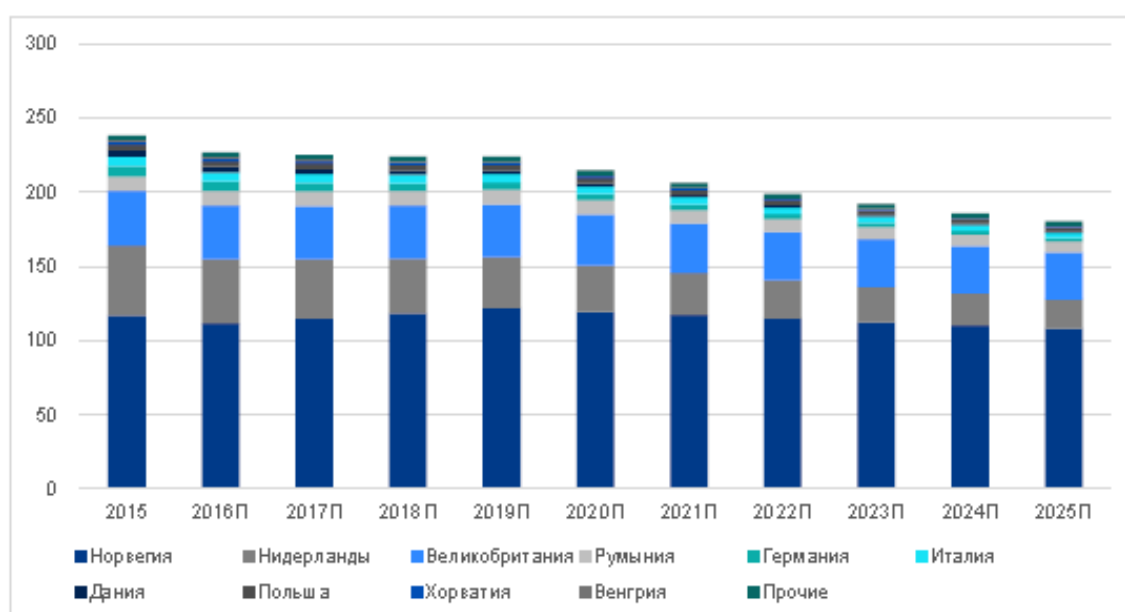


Таблица 3.1. Пути импорта газа в Европу

Страна-экспортер	Трубопровод	Мощность, млрд куб. м/год
Россия	Северный поток	55
Россия	Ямал-Европа	33
Россия	Союз	26
Россия	Голубой поток	16
Алжир	Trans-Mediterranean	30,2
Алжир	Maghreb-Europe	12
Ливия	Greenstream	11
Алжир	Medgaz	8
Россия	Оренбург-Западная граница (Ужгород)	26

Россия	Уренгой-Ужгород	28
Россия	Ямбург-Западная граница (Ужгород)	26
Россия	Долина-Ужгород - 2 нитки	17
Россия	Комарно-Дроздовичи - 2 нитки	5
Россия	Ужгород-Берегово - 2 нитки	13
Россия	Хуст - Сату-Маре	2
Россия	Ананьев-Тирасполь-Измаил, Шебелинка-Измаил - 3 нитки	26

5.1.5. Угольная отрасль

Мировое потребление угля существенно упадет. До 2030 г. отрасль будет расти очень медленно, а затем начнется быстрый спад. Он будет обусловлен экологическими (выбросы CO₂, локальное загрязнение), экономическими (появление альтернативных видов энергетики, особенно ВИЭ), социальными (низкая производительность труда, аварийность). В атомной энергетике в стагнационном сценарии ожидается нисходящий тренд, отрасль сократится практически в 2 раза. Предпосылками для этого будут высокая стоимость строительства, неудачи в создании принципиально новых реакторов, сохраняющиеся проблемы радиационной безопасности. Главным фактором будет конкуренция со стороны газовой генерации и возобновляемой энергетики.

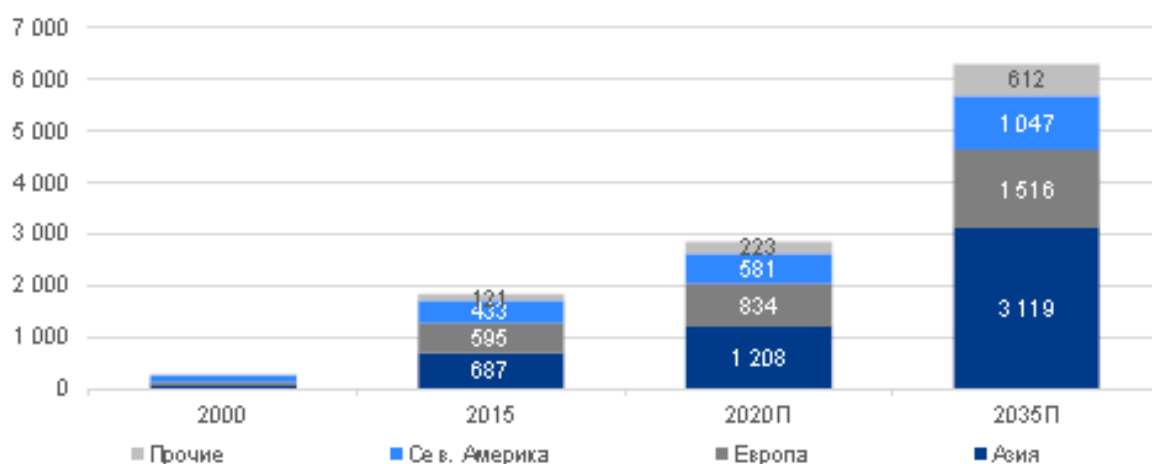
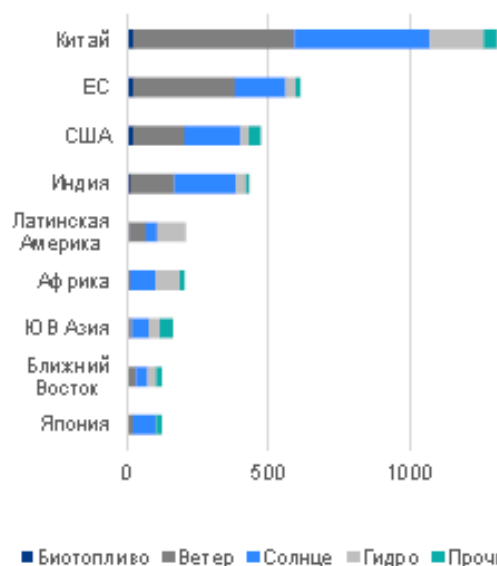
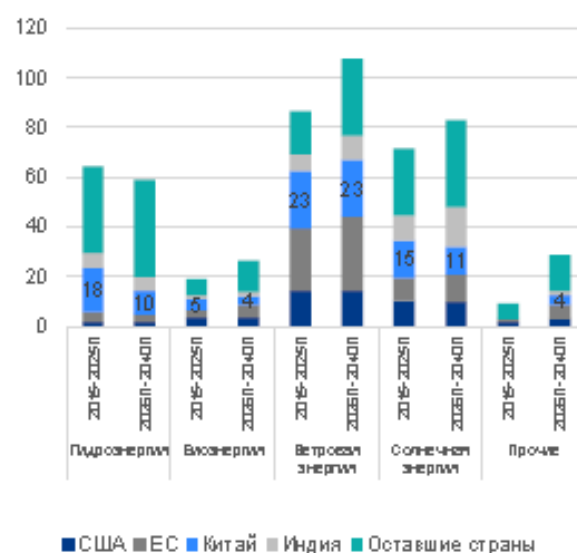
5.1.6. Возобновляемые источники

...

Доля ВИЭ выросла до примерно 13% от потребления энергии мире в 2015г, по консервативным прогнозам аналитиков к 2040г. доля может вырасти до 16%.

Наибольший рост мощности обеспечивается за счет гидроэнергетики (было построено 318 ГВт гидро мощностей), на втором месте – ветроэнергетика (304 ГВт), на третьем – солнечная (173 ГВт).

По оценкам МЭА, к 2040 г. ВИЭ будут обеспечивать треть мировой электрогенерации, шестую часть теплоэнергии и 8% топлива для автотранспорта.

График 3.9. Генерация ВИЭ по регионам, ТВт*ч**График 3.10
Прирост мощности ВИЭ в 2015-2040
(сценарий Новой политики), ГВт****График 3.11
Прогноз средних ежегодных инвестиций в
ВИЭ, млрд долл.**

Китай – крупнейший рынок ВИЭ, к 2040 г. 1 из 4 построенных ГВт ВИЭ будет находиться в Китае, далее идут ЕС, Индия и США. На эти регионы будет приходиться более 60% мирового использования ВИЭ.

По сценарию МЭА с учетом новой климатической политики «Новая Политика», к 2040 году доля ВИЭ в генерации электроэнергии может вырасти до 29%.

График 3.14. Мировые мощности по генерации электроэнергии, %



5.2. Сценарий скачкообразных преобразований

5.2.1. Основные характеристики сценария

Сценарий предполагает форсированное достижение целевого состояния за счет избыточной концентрации ресурсов в ТЭК, в т.ч. в ущерб другим отраслям экономики, и целенаправленной государственной политики. Целевое состояние в рамках этого сценария будет достигнуто к 2045-2050 гг.

Драйверами инновационного развития в энергетике станут электроэнергетика, атомная отрасль, энергоэффективные решения и технологии, технологическая революция на транспорте.

Ключевой проблемой данного сценария является то, что ускорение научно-технического прогресса опережает возможности общества по адаптации к новым технологиям. Приближение к «технологической сингулярности» усиливает взаимное влияние кризиса глобальной системы «природа-общество-человек» и технологического прогресса.

5.2.2. Электроэнергетика

Основные тенденции развития атомной отрасли достаточно противоречивы и содержат важные неопределенности, а именно потенциал «атомного ренессанса», проблемы производственной и технологической базы атомной энергетики, конкурентоспособность атомной энергетики. Уже к концу 2020-х гг. будет реализован инновационный проект развития мировой атомной энергетики с созданием реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ядерного топливного цикла, что вызывает ее быстрый рост (к 2030 г. – 788 ГВт, к 2050 г. – 1367 ГВт). Фактическая стоимость строительства АЭС в 2000-е гг. составляла порядка 2500 долл. за кВт электрической мощности. Ожидается постепенный переход на реакторы 3, а затем и 4 поколения. Первые реакторы 3 поколения уже строятся

(американо-японские реакторы AP-1000 – в Китае, европейские PWR – в Финляндии). Реакторы 4 поколения могут быть разработаны в 2010-2020-х гг., а с 2030 г. начнется их активное строительство. Только в инновационном сценарии удастся реализовать преимущества серийного строительства АЭС 3 и 4 поколений и снижения капитальных затрат. За счет топливного цикла удастся снизить затраты на работу с ОЯТ, которые из отходов превращаются в ценный ресурс для производства нового ядерного топлива.

5.2.3. Нефтяная отрасль

Спад потребления нефти и перспективы его дальнейшего падения радикально меняют место отрасли в мировой экономике. Сворачивается добыча в районах с наиболее сложными условиями и наиболее высоким уровнем издержек (шельф, начиная с глубоководного, Арктика и пр.). Может произойти концентрация добычи на Ближнем Востоке как регионе с низкими издержками, но геополитическое значение нефтяной отрасли снизится, а ее использование как инструмента политического давления станет невозможным. Роль государства в «отрасли вчерашнего дня» начнет быстро снижаться.

Ускоренная трансформация энергетического рынка в энергосервисный поставит цены на нефть в зависимость от цен на конечные потребительские услуги или технологии. Это приведет к затяжному падению цен на нефть по мере роста межтопливной конкуренции и превращения нефти в «ресурс вчерашнего дня» по причине быстрого снижения издержек для производства других источников энергии.

5.2.4. Газовая отрасль

...

5.2.5. Угольная отрасль

...

5.2.6. Возобновляемые источники

...

5.3. Сценарий болезненной стагнации

5.3.1. Основные характеристики сценария

Сценарий предполагает замедленное движение к целевому состоянию в силу комплексной реализации рисков. Целевое состояние в рамках этого сценария будет достигнуто не ранее 2075-2080 гг., либо даже позднее.

Международное сотрудничество и торговля будут развиваться медленно и неэффективно из-за отсутствия надежных международных структур и слабости многосторонних институтов. Политическое давление будет нарастать в тех развивающихся странах, где ожидания интенсивного экономического роста не оправдаются. Международные отношения, в т.ч. в сфере энергетики, будут отличаться крайней напряженностью и конфликтностью.

5.3.2. Электроэнергетика

....

5.3.3. Нефтяная отрасль

Усилятся тенденция к концентрации добычи нефти на Ближнем Востоке. С другой стороны, попытки повысить уровень энергетической безопасности приведут к освоению ряда месторождений со сложными условиями добычи (Арктика, глубоководный шельф, тяжелые нефти и пр.). «Геополитика нефти» сохранит значимую роль вплоть до начала 2040-х гг. Из-за этого существенно усилятся государственное регулирование отрасли и роль национальных нефтяных компаний. Ожидается развитие новых центров биржевой торговли в Азии, вблизи центров роста спроса.

5.3.4. Газовая отрасль

До 2035 г. на фоне интеграции региональных рынков газа между собой будет продолжаться постепенное формирование контуров мирового рынка, будет расти роль биржевой торговли. После 2030 г. растущий спрос в сочетании с недостаточным предложением приведут к росту предельных и средних издержек, сдвигу добычи в новые районы, росту напряженности газового баланса и международных противоречий в этой сфере. В результате «геополитика газа» станет для многих стран не менее важной, чем геополитика нефти.

5.3.5. Угольная отрасль

...

5.3.6. Возобновляемые источники

...

6. Особенности энергетического развития России

6.1. Ключевые вызовы

6.1.1. Внутренние вызовы

К ключевым внутренним вызовам устойчивому энергетическому развитию России относятся:

-  низкая энергетическая эффективность экономики;
-  высокий износ инфраструктуры и производственных фондов, многие из которых были введены в строй еще в 1950-1970-е гг.;
-  недостаточный уровень инвестиций и низкие темпы обновления оборудования в отраслях ТЭК, особенно в производстве и передаче тепла;
-  ухудшение ресурсной базы нефтегазовой отрасли по мере истощения действующих месторождений, снижения размеров и качества новых геологических открытий, освоения сложных и удаленных от существующей инфраструктуры провинций;
-  недостаточный уровень и низкое качество воспроизводства минерально-сырьевой базы в нефтяной отрасли;
-  несбалансированное развитие спроса и предложения в электроэнергетике и газовой отрасли, приведшее к формированию крупных невостребованных производственных и транспортных мощностей;
-  технологическое отставание по целому ряду направлений российского ТЭК от уровня развитых стран и высокий уровень зависимости от импорта некоторых видов оборудования, материалов и услуг.

Ключевой риск связан с растущим технологическим отставанием России. В ближайшие 20-30 лет мировая энергетика завершит окончательный разворот от рынка энергетического сырья к сложному рынку, где ведущее место займет торговля энергетическими услугами и технологиями. Россия пока не готова к такому повороту, хотя и обладает внутренним потенциалом для успешного и своевременного прохождения.

Усложнение состава и ухудшение качества ресурсной базы, особенно в нефтяной отрасли, необходимость повышения КИН и глубины нефтепереработки, а также острая потребность в общем повышении конкурентоспособности ТЭК в сложных внешних и макроэкономических условиях требуют инновационного развития комплекса, основанного на максимально возможном и экономически эффективном импортозамещении важнейших технологий и оборудования. В настоящее время в общей структуре закупок товаров и услуг для российского нефтегазового сектора доля импортного оборудования достигла 60%, сервисных услуг – 45%, присадок и катализаторов – 17%, программного обеспечения – около 100%.

Как следствие, технологические санкции, введенные в 2014 г. со стороны ЕС, США и ряда других развитых стран против нефтегазовой отрасли России, при их сохранении в долгосрочной перспективе и недостаточных масштабах работ по формированию собственных мощностей и технологий могут иметь существенные последствия для технологического развития российской нефтяной отрасли после 2022-2023 гг. Наибольшее количество импортного оборудования, затронутого санкциями, используется в добыче углеводородного сырья, особенно на шельфе, где зависимость от импорта превышает 80%. Таким образом, необходимы скоординированные действия со стороны государства и отрасли для преодоления в короткие сроки технологического отставания, создания и коммерциализации отечественных разработок в наиболее чувствительных к импорту областях.

С 2008 года доступ к разработке углеводородов на континентальном шельфе России ограничен требованиями пятилетнего опыта работы на шельфе и контрольного государственного участия в компании-недропользователе. Результатом искусственной государственной монополизации шельфа стали отчетливо проявившиеся сегодня риски, связанные с притоком инвестиций и технологическим развитием нефтегазового комплекса. В связи с внешними экономическими ограничениями сотрудничество российских государственных нефтегазовых компаний с западными компаниями в этих проектах фактически прекращено.

Бизнес-модель реализации шельфовых проектов, ориентированная лишь на иностранные инвестиции, технологии, оборудование, компетенции при операторской функции государственной компании, оказалась, мягко говоря, неустойчивой. Отсутствие конкурентного соперничества российских компаний независимо от формы собственности при разработке российского шельфа стало

угрозой существенного снижения потенциала добычи углеводородов, общего технологического отставания, перенаправления российских инвестиций в зарубежную нефтегазодобычу, недостаточной эффективности управления государственными активами, и, как следствие, снижения конкурентоспособности отечественных энергетических компаний, что в явном виде противоречит утвержденной Стратегии национальной безопасности Российской Федерации.

Состояние электроэнергетики

Электроэнергетика России по-прежнему находится на переломном этапе своего развития. В пореформенном состоянии она сохраняет отраслевой принцип организации, приведший к созданию ТГК, ОГК, сетевых, энергосбытовых и других структур. При этом не соблюдается сам принцип системности, когда генерация, сеть и нагрузка образуют единое целое в технологическом, а, следовательно, и организационном плане.

Ожидаемая конкуренция между поставщиками не состоялась, поскольку каждый хозяйствующий субъект максимально использует свои мощности, не заботясь об оптимизации работы отрасли в целом. Потребитель оказался полностью зависим от поставщиков как в части подключения мощности, так и платы за потребленную электроэнергию. РЭК и ФЭК перестали играть свою результирующую роль в ценообразовании. В итоге существенно возросли тарифы. Потребитель стал явочным порядком ориентироваться на собственное децентрализованное энергоснабжение, что в перспективе существенно ухудшит экономику централизованной энергетики.

Сдерживание цен со стороны государства привело к тому, что значительно упала инвестиционная привлекательность электроэнергетики. В то же время до 70% выросла изношенность основных фондов.

Понимая опасность такого развития событий, государство инициировало разработку технологических платформ (ТП) для инновационного развития энергетики, в т.ч. ТП «Интеллектуальная энергетическая система России». В качестве идеологии такой платформы была взята концепция Smart Grid, ориентированная за рубежом, прежде всего, на активную роль потребителей в организации и управлении энергетикой. Соответственно активная нагрузка и распределенная генерация стали там главными объектами интеллектуальной системы. В России акцент инновационного развития, напротив, был сделан на

верхний уровень – управления межсистемными связями с активно-адаптивной сетью.

Хотя объекты «нового интеллектуального» управления различны, концептуально обе идеологии близки с точки зрения создания единой энергоинформационной системы.

Риски развития угольной отрасли

Риск дальнейшего сокращения внутреннего спроса на энергетический уголь. С момента наивысшего потребления энергетического угля на внутреннем рынке (1988 г.) внутреннее потребление снизилось в 1,6 раза. При длительном сохранении относительно низких цен на природный газ вполне вероятно дальнейшее развитие процесса замещения угля природным газом на тепловых электростанциях. В связи с продолжающейся газификацией регионов объективно происходит сокращение потребления угля в жилищно-коммунальном секторе. При этом практически не растет потребность предприятий черной металлургии в коксующихся углях.

Риск неисполнения намерений по доставке угля потребителям внутреннего и внешнего рынка (инфраструктурный риск). Одним из ключевых ограничителей развития отрасли является недостаточное развитие транспортной инфраструктуры, что усугубляется огромными расстояниями. Основные угледобывающие мощности сосредоточены в Кемеровской области и Восточной Сибири, то есть в регионах наиболее отдаленных от зарубежных потребителей. Ключевым направлением, на котором происходит сдерживание грузопотоков, является восточное.

Риск роста тарифов естественных монополий. Значительный рост и непредсказуемость железнодорожных тарифов снижает конкурентоспособность российского угля на внешнем рынке. Рост транспортных издержек стал также следствием крайне неудовлетворительной диспетчеризации при управлении вагонным парком.

Риск роста цен на основные материалы и ресурсы. Существенными представляются риски, связанные с увеличением цен на сырье (прокат черных металлов) и комплектующие материалы (подшипники, электродвигатели и т.п.), так как затраты связанные с их приобретением, в составе себестоимости изготавливаемой продукции являются самыми значительными.

Риск необеспеченности отрасли продукцией российского угольного машиностроения. Рынок горно-шахтного оборудования (ГШО) характеризуется низкой конкурентоспособностью отечественных производителей по сравнению с зарубежными поставщиками. Следует отметить, что наряду с Японией, Германией, США и Польшей, повышенный интерес к российскому рынку ГШО начали проявлять производители из Китая.

Доля импортного оборудования в общем количестве используемого ГШО постоянно растет и в настоящее время в среднем превышает 66%, в том числе на шахтах более 50% и на разрезах – 82%. Доля импортных механизированных крепей составляет 54%, очистных комбайнов – 80%, электровозов, произведенных на Украине – 65%, дизелевозов и технологических автомобилей большой грузоподъемности – около 100%.

Риск необеспеченности квалифицированными кадрами. Проблема нехватки квалифицированных кадров актуальна для всех компаний, особенно на фоне расширения ими производственной деятельности и выхода на новые рынки. Средний возраст занятых в угольной отрасли превысил 45 лет, а среди молодого поколения падает престиж шахтерского труда. Нехватка квалифицированных кадров может привести к срыву сроков реализации проектов, снижению уровня производительности труда и увеличению операционных расходов.

6.1.2. Внешние вызовы

В долгосрочной перспективе Россия должна быть готова к структурной перестройке мирового топливно-энергетического баланса, доминантой которого станет возобновляемая энергетика и новые энергетические технологии. В этом случае Россия сумеет сохранить свое место в мировой энергетической системе только при условии адаптации российского энергетического сектора к новым требованиям мировой энергетики и перехода России из категории экспортеров первичных энергоносителей в категорию экспортеров энергетических услуг и технологий, включая инфраструктурные услуги и новые интеллектуальные системы.

Мировые энергетические рынки, конъюнктура которых позволяла сравнительно долгое время обеспечивать динамичное развитие, как российской энергетики, так и экономики страны в целом, охвачены процессами глубокой трансформации. Стремление большинства стран диверсифицировать структуру своей энергетики, развивать неуглеродные источники энергии и использовать

местные, в том числе нетрадиционные, виды топлива, замедляют рост импорта углеводородов и сужают рыночные ниши для России. При этом и на стороне предложения происходят существенные изменения, связанные с появлением новых производителей энергоресурсов, включая освоение месторождений углеводородов в регионе Персидского залива, Бразилии, Австралии, Центральной Азии, а также значительный рост добычи нетрадиционных углеводородов, в первую очередь – в Северной Америке, которая за счет прорыва в добыче нетрадиционной нефти и газа близка к отказу от их импорта и до 2020 года может стать нетто-экспортером газа (в виде СПГ).

Это ведет к обострению конкуренции на всех ключевых для России экспортных рынках, в первую очередь – на европейском рынке газа, где происходят неблагоприятные для России процессы трансформации. В силу падения собственной добычи Европа будет наращивать импорт ископаемого топлива, но приложит все усилия для диверсификации источников поставок и увеличения доли ВИЭ в энергобалансе.

В результате ожидаемых трансформаций мировой энергетики и экономики, заметно перераспределится соотношение сил ведущих игроков на мировых энергетических рынках, что неизбежно отразится на экономическом и энергетическом развитии России.

На ближайшие 20 лет возможно выделить следующие 8 ключевых внешних вызовов для России:

-  замедление роста спроса на российские углеводороды на целевых внешних рынках;
-  усиление конкуренции на внешних энергетических рынках на фоне общего снижения по сравнению с уровнем 2005-2014 гг. цен на энергоресурсы;
-  усиление стремления стран - ключевых потребителей российских энергоресурсов к энергетической самодостаточности и снижению зависимости от импорта углеводородов, в т.ч. из России;
-  опережающее развитие новых энергетических технологий, способных изменить сложившуюся картину мирового энергетического рынка;
-  ужесточение международной климатической политики, стимулирующее сокращение потребления ископаемого топлива;
-  изменение правил функционирования энергетических рынков (структура контрактов, ценообразование, страхование рисков);

 возможность долгосрочного сохранения дискриминационных, нерыночных ограничений на доступ российских нефтегазовых компаний к инновационным технологиям и оборудованию со стороны экономически развитых стран, а также в среднесрочной перспективе – к международному рынку заемных средств, необходимых для реализации ключевых инвестиционных проектов российских нефтегазовых компаний.

Замедление роста спроса на российские энергоресурсы на целевых рынках

Ключевой риск - стремление ведущих стран-импортеров энергоносителей к энергетической самодостаточности.

ТЭК России в долгосрочной перспективе будет наиболее чувствителен к замедлению темпов экономического роста в странах Европы, на которые сегодня приходится основной объем российского энергетического экспорта.

До 2030-2035 гг. российские углеводороды будут, по-прежнему, играть значимую роль в европейском топливно-энергетическом балансе, а вот после 2030 г. следует ожидать резкого снижения закупок российских углеводородов всех видов (уголь, нефть и нефтепродукты, а также природный газ) со стороны европейских потребителей.

Усиление конкуренции

События последних лет на мировых энергетических рынках показали, что период высоких цен на углеводороды привел к появлению новых стран-экспортеров нефти и газа, в частности США. Более того, с 2014 г. на мировом рынке нефти сложился устойчивый профицит предложения над спросом, который способствовал обвалу мировых нефтяных цен и цен на другие энергоносители, привязанные к нефтяным котировкам (в частности, на природный газ). В этих условиях обострилась международная конкуренция за рынки сбыта углеводородов, которая усилилась в свете снятия международных санкций с Ирана и желании последнего любой ценой вернуть утраченные страной позиции на мировом нефтяном рынке за годы действия антииранских санкций.

России в среднесрочной перспективе предстоит выдержать жесткую конкуренцию за сжимающиеся рынки сбыта углеводородов в условиях относительно низких цен на нефть.

Среди новых перспективных тенденций, ставящих под вопрос перспективы российского экспорта энергоресурсов, следует выделить стремление ведущих стран-импортеров энергоносителей к энергетической самодостаточности.

Так, энергетическая стратегия США предусматривает переход к 2030-м гг. к полному региональному самообеспечению всеми важнейшими видами энергоресурсов (нефтью, природным газом, углем, а также ураном). Основой самообеспечения будет развитие добычи нетрадиционных видов углеводородов (сланцевого газа и сланцевой нефти, тяжелых нефтей, газа в плотных породах, шахтного метана) при использовании также и потенциала ВИЭ.

Европейский Союз стремится к формированию европейского энергетического пространства на базе единой инфраструктуры, включающего территорию ЕС, Норвегию, Северную Африку, и к достижению в пределах этого пространства максимального уровня ресурсного (в т.ч. энергетического) самообеспечения. У ЕС значительно меньшие предпосылки для этого, чем у США (серьезные экологические и экономические ограничения на добычу нетрадиционных видов углеводородов, жесткие ограничения на развитие атомной энергетики, меньший ресурсный потенциал по углеводородам, значительно более проблемные в политическом отношении партнеры).

Развитие возобновляемой энергетики едва ли в полной мере может компенсировать эти слабости, но вместе с развитием энергосбережения и созданием системы «европейских» проектов в сфере добычи и транспортировки углеводородов это дает определенный потенциал снижения зависимости от энергетического импорта.

Китай также стремится к ограничению своей зависимости от глобальных рынков через развитие собственного энергетического потенциала (добыча углеводородов, включая нетрадиционные ресурсы нефти и газа, развитие атомной энергетики и всех видов ВИЭ) и создание своей зоны влияния в области энергетики (включая страны Центральной Азии, Африки, Юго-Восточной Азии, российский Дальний Восток). Так, трансферт энергетических технологий в сфере добычи сланцевого газа и развития ВИЭ, осуществляемый странами Европы и США в последние годы в Китай, в перспективе позволит последнему обеспечить развитие этих новых энергетических направлений и, тем самым, снизить свою зависимость от внешних поставок углеводородов.

Таким образом, стремление к энергетической самодостаточности стран-импортеров российских энергоносителей, в долгосрочной перспективе может привести к значительному сокращению объемов экспортных поставок российских углеводородов.

Россия является безусловным мировым лидером по совокупности своих энергетических ресурсов. Но быть лидером – это не только почетно, но и ответственно. Ответственно, в первую очередь, перед гражданами страны, которые делегировали право распоряжения природными ресурсами государству, и перед бизнесом, который государство на оговоренных условиях привлекает для производства энергоресурсов в сырьевой экономике.

Получается, что государство постоянно находится перед необходимостью решения противоречивых задач – с одной стороны, как поощрять бизнес без ущерба для общественных интересов и, с другой стороны, как добиться более эффективного с позиций общества ведения бизнеса, не ухудшая условий его ведения.

В конечном счете, эти вопросы и ответы на них, выход на траекторию сотрудничества и доверия находятся в плоскости институциональной среды, складывающейся в энергетическом секторе страны, – насколько она сбалансирована и адекватна. Насколько она благоприятна для качественного развития.

6.2. Целевое состояние

В период до 2065 г. роль топливно-энергетического комплекса в экономике России должна принципиально измениться. На смену сложившейся еще в 1970-1980-е гг. парадигме России как глобального «донора», удовлетворяющего потребности мировой экономики ценой высоких инвестиций в экспортно-ориентированные энергетические мощности, должна прийти позиция внутренней «опоры» для развития собственной экономики и обеспечения ее безопасности. Поэтому роль экспорта энергоресурсов в российском ТЭК не должна увеличиваться, а в долгосрочной перспективе необходимо ее существенное снижение.

Через 50 лет ТЭК будет играть уже ключевую, но важную роль в жизни России, уже не как локомотива ее развития, а как инфраструктурной системы, обеспечивающей непрерывное инновационное развитие экономики и ее поэтапный переход на качественно новые уровни.

В период до 2040 г. ожидается существенное наращивание общего объема экспорта российских энергоресурсов в страны Азии, на фоне стабилизации или снижения поставок в Европу и страны ближнего зарубежья в связи с

объективными ограничениями спроса в этих регионах. Не позднее 2040 г. ожидается также стабилизация спрос на российские энергоресурсы на рынке АТР.

Существенно вырастет транзитная роль Транссиба после завершения строительства Северо-Российской железнодорожной магистрали, которая продолжит БАМ Севсибом в европейскую часть страны, и далее Белкомуром – к северным российским портам.

В долгосрочной перспективе это обеспечит достойную конкуренцию Китаю, активно восстанавливающему маршруты «Великого шелкового пути» через Казахстан и Среднюю Азию, и создаст предпосылки не только для сохранения, но и для увеличения объемов сибирского сухопутного транзита.

Есть вероятность строительства в более отдаленной перспективе железнодорожной магистрали через Берингов пролив, что создаст возможности для торгово-транспортных отношений между Северной Америкой и Евразией.

При надлежащем развитии инфраструктуры определенную конкуренцию морским маршрутам по Индийскому океану, особенно для Северной Америки и Японии, может составить Северный морской путь.

Одной из ключевых тенденций развития российского топливно-энергетического комплекса должно стать постоянное расширение номенклатуры энергетической продукции, поставляемой на внешние рынки, с увеличением доли поставок продукции глубокой переработки нефти, газа и угля, а также нефте- и газохимии с высокой добавленной стоимостью.

Важной задачей является также расширение доли газа, экспортируемого в виде СПГ, что позволяет охватить новых покупателей и диверсифицировать направления поставок. Не позднее 2025 г. экспортная стратегия России в отношении удовлетворения дополнительного внешнего спроса на газ станет полностью ориентированной на СПГ.

Необходима более глубокая интеграция электроэнергетических систем на территории Евразии (Сибири, центральной и Южной Азии) с возможным развитием энергетических связей в направлении Север-Юг. Экспорт электроэнергии и продукции ее использования (водорода, получаемого в результате электролиза воды за счет свободных мощностей ГЭС и ПЭС Дальнего Востока) должен существенно возрасти и в восточных регионах страны.

Должна существенно возрасти роль российской энергетики, науки и обрабатывающей промышленности как поставщиков передовых технологических решений и оборудования для национальных нужд и на мировые рынки, а

зависимость от импортных технологий должна сократиться и трансформироваться во взаимовыгодную кооперацию.

Прирост внутреннего энергопотребления составит не менее 22% к 2035 г. (от уровня 2010 г.) и 29% - к 2065 г. Основной прирост энергопотребления обеспечат электроэнергетика, транспорт и использование топлива в качестве сырья для химической промышленности.

В перспективе до 2065 года ожидается возникновение потребительского спроса на новые энергетические продукты и услуги, которые потребует существенного расширения линейки выпускаемой продукции ТЭК, а также опережающего развития внутреннего рынка энергетических технологий и проектно-инжиниринговых услуг в сфере энергетики.

Кроме того, опережающее развитие других секторов экономики, которое призвано сократить роль и значение ТЭК в жизни страны, будет осуществляться через обеспечение спроса на отечественную продукцию и услуги со стороны предприятий ТЭК.

Важнейшее значение будет иметь и сохранение внутренних цен на энергоносители на приемлемом для экономики и населения уровне.

На этой основе можно выделить следующие ключевые тенденции развития российской экономики и энергетики в период до 2065 года:

-  энергоемкость российской экономики будет снижаться быстрее среднемировых темпов. Ожидается, что энергоемкость ВВП уменьшится вдвое к 2035 г. (от уровня 2010 г.) и втрое к 2065 г.
-  произойдет новая электрификация экономики. Потребление электроэнергии увеличится в 1,5 раза к 2035 г. (от уровня 2010 г.) и почти вдвое к 2065 году. Одним из ключевых факторов новой электрификации при общем сокращении ее электроемкости (на 40% к 2035 г. и на 50% к 2065 г.) станет нарастающее замещение в конечном потреблении ископаемых видов топлива электроэнергией (на 6% — в промышленности, на 8% — в жилищном хозяйстве и на 30% — на транспорте).
-  экспорт энергоресурсов будет стагнировать с тенденцией к снижению. Ожидается, что сначала он вырастет на 11% к 2035 г. (от уровня 2010 г.), а затем снизится на 5% к 2065 г. (в основном по

нефтепродуктам и углю) и существенно переориентируется на рынок АТР.

-  производство первичной энергии в стране будет замедляться. Ожидается, что оно вырастет лишь на 3-5% в 2035-2065 гг.
-  основу производства ТЭР в стране составят ископаемые виды топлива, но их общая доля в производстве уменьшится с 80% (2010 г.) до 74-75% к 2050 году и 65-67% к 2065 г. При этом доля газа в производстве ТЭР увеличится с 41% (2010 г.) до 46% к 2065 году. Доля нефти будет последовательно снижаться с 39% (2010 г.) до 28% (2065 г.).
-  будет происходить опережающее развитие нетопливной энергетики (с 7% в 2010 г. до 15% в 2065 г., в основном, за счет ядерной энергии). Доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) увеличится с 1,1% до 4,5%, но все же они, по-прежнему, будут играть ограниченную роль в энергетике России.
-  добыча природного газа достигнет максимума в 920-940 млрд куб. м к 2035-2040 гг. и стабилизируется на этом уровне. Показатели добычи газа будут определяться, главным образом, ростом его внутреннего потребления. Сокращение экспорта газа в Европу будет, во многом, нивелировано ростом его поставок в страны АТР, однако после 2040 г. вероятно общее снижение экспорта газа.
-  добыча угля будет относительно стабильной в течение всего рассматриваемого периода и будет держаться на уровне последних лет – 355-360 млн т. Основным драйвером развития угледобычи в стране останется, главным образом, внешний рынок.
-  выбросы парниковых газов не превысят уровень 1990 г. Ожидается, что без принятия специальных мер они вырастут с 2010 г. на 15% до 2035 г., а затем уменьшатся на 5% к 2065 г., оставаясь ниже уровня 1990 г. на 11-16%.

6.2.1. Электроэнергетика

В основе долгосрочного развития электрических сетей должны лежать следующие основные требования:

- 1) Сеть должна стать более доступной.

Доступная сеть обеспечивает потребителей энергией в зависимости от того, когда и где она им необходима, и в зависимости от оплачиваемого качества. Сеть заблаговременно предостерегает о возрастающих проблемах, посылая сигналы производителям и потребителям энергии, в результате эффективно противостоит возникновению простоев и аварий. Предпринимаются необходимые меры во избежание отключения потребителей.

2) Сеть должна стать более надежной.

Безопасная сеть противостоит физическим и информационным негативным воздействиям без тотальных отключений или больших затрат на восстановление работы. Также она должна быть менее чувствительна к воздействию природных катаклизмов и восстанавливается в более сжатые сроки.

3) Сеть должна создавать инфраструктуру для конкурентных отношений в электроэнергетике. Интеллектуальные сети функционируют в соответствии с основными законами предложения и спроса, результатом чего являются обоснованные цены, а предложение формируется на необходимом уровне.

4) Сеть должна быть более эффективной.

Эффективная сеть приводит к более эффективному контролю затрат, снижению потерь электроэнергии при ее передаче и распределении, более эффективному производству электроэнергии и эксплуатации оборудования, что в конечном итоге привлекает инвестиции в дополнительное развитие сети. Кроме того, в новой сети должны быть доступны методы контроля потока электроэнергии с целью снижения нагрузки при передаче и открытия доступа к недорогим, в том числе возобновляемым источникам энергии, располагающимся у потребителей.

5) Сеть должна более органично взаимодействовать с окружающей средой.

Воздействие на окружающую среду посредством нововведений в генерации, передаче, распределении, хранении и потреблении должно поступательно снижаться. Развитие экономических принципов функционирования сети откроет путь для широкого развития распределенной генерации на ВИЭ. Помимо этого, технический прогресс позволит в проектах для будущего сетевого оборудования отводить меньшее количество земли, что снизит отрицательное воздействие на ландшафт.

6) Сеть должна стать более безопасной.

Безопасная сеть устроена таким образом, что не наносит ущерба внешней среде и персоналу, который обеспечивает ее создание, эксплуатацию и ремонт. Во-

вторых, безопасная сеть гарантирует непрерывное снабжение электроэнергией потребителей, не допускающих отключений электроснабжения, например в медицинских учреждениях.

7) Национальная сеть должна быть модернизирована не посредством локального применения различных технологий, выбранных хозяйствующими субъектами в личном порядке, а с помощью спланированной программы и при наличии общей для всех участников отрасли системы взглядов, благодаря которым можно осуществить эту программу.

6.2.2. Нефтяная отрасль

Россия обладает минерально-сырьевой базой углеводородов, позволяющей обеспечивать высокий уровень добычи нефти и газа на длительную перспективу.

Степень выработанности разведанных запасов нефти достигает 55%, степень разведанности начальных суммарных ресурсов - 46%, то есть в России еще могут быть выявлены сотни новых месторождений нефти, в том числе десятки крупных. В последние годы запасы нефти в России стабильно растут, но основной прирост идет не за счет открытия новых месторождений, а за счет доразведки отрабатываемых объектов и внедрения современных технологий добычи.

Для поддержания добычи на устойчивом уровне необходимо вовлекать в оборот открытые, разведанные, но не разрабатываемые месторождения и залежи с трудноизвлекаемых запасов нефти (баженовская свита, доманиковый горизонт и аналоги), глубокие нефтеносные горизонты, мелкие и истощенные месторождения, а также поэтапно осваивать новые перспективные районы добычи.

6.2.3. Газовая отрасль

...

График 2.1. Краткосрочный прогноз спроса на газ, млрд куб. м

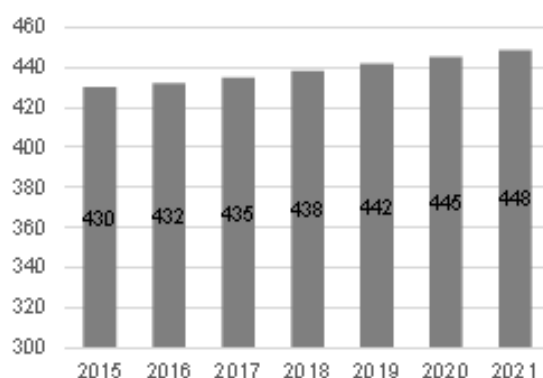


График 2.2. Долгосрочный прогноз спроса на газ, млрд куб. м

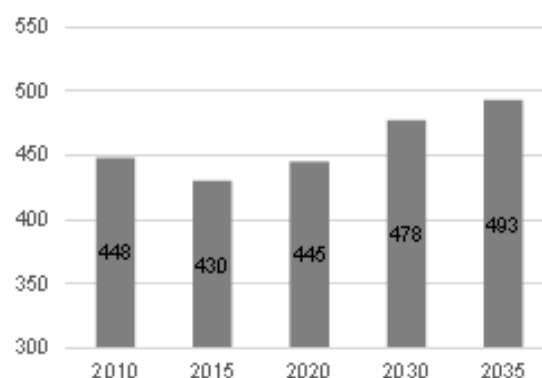
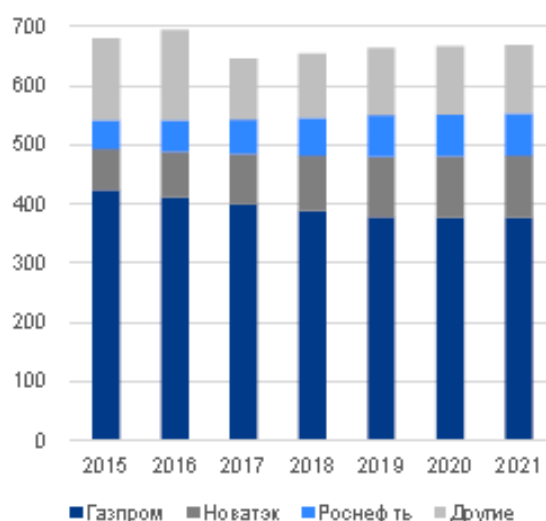
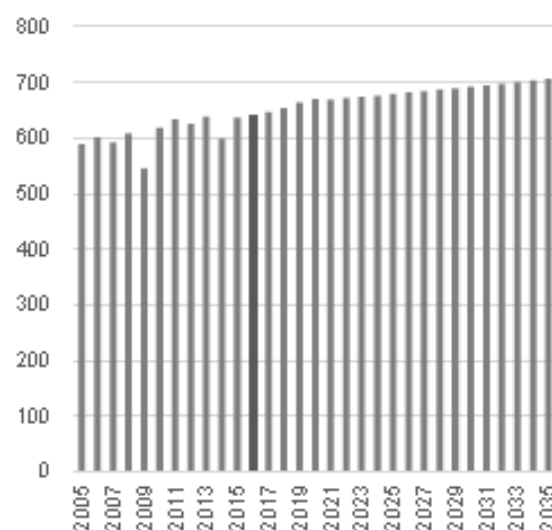
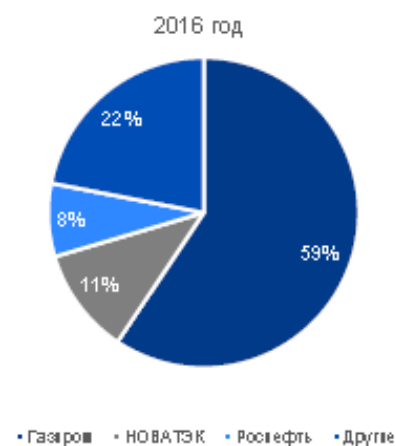
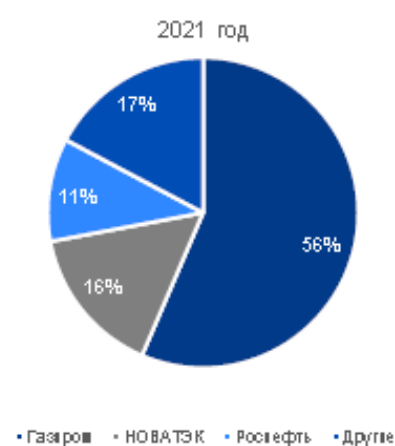


График 2.3. Распределение спроса на газ по отраслям, млрд куб. м**График 2.4. Распределение спроса на газ по отраслям, млрд куб. м****График 2.5. Краткосрочный прогноз предложения газа в РФ, млрд куб. м****График 2.6. Долгосрочный прогноз предложения газа в РФ, млрд куб. м****График 2.7. Распределение добычи газа по компаниям, млрд куб. м****График 2.8. Распределение добычи газа по компаниям, млрд куб. м**

6.2.4. Угольная отрасль

Наличие ресурсной базы, обширная география прогнозных и разведанных запасов угля в России, ее выгодное географическое положение, определяют и в отдаленной перспективе сохранение статуса основной экспортно-ориентированной угольной страной мира. Возможный объем добычи российского угля с учетом геополитических интересов могут находиться к 2065 году в пределах 650-700 млн т в год.

Устойчивое развитие угольной промышленности России создает фундаментальную основу для восстановления спроса на продукцию отечественного тяжелого машиностроения в краткосрочной и, с большой вероятностью, в долгосрочной перспективе. Анализ развития мирового горного машиностроения, отечественных научных, конструкторских школ, а также деятельности производителей ГШО позволяет определить направления по созданию пилотных технологий и образцов оборудования для добычи полезных ископаемых:

-  разработка инновационной технологии и создание автоматизированного комплекса для подземной безлюдной выемки полезных ископаемых;
-  создание технологии и оборудования испытательного центра горно-шахтного оборудования;
-  разработка технологии и создание нового поколения автоматизированных энергоэффективных транспортных систем конвейерного типа для обеспечения горных работ;
-  разработка технологии, создание и освоение серийного производства супервысокопроизводительных экскаваторов нового поколения с ковшами вместимостью 45-60 м³;
-  разработка конструкций и технологии производства фрезерно-дробильного оборудования для размельчения крупногабаритных фракций полезных ископаемых (уголь, руда) для транспортировки в условиях низких температур.

Однако для реализации этих направлений в большинстве случаев невозможно обойтись силами российской технологической школы и отечественными производственными мощностями. Одним из инструментов здесь будет локализация производства на территории России ГШО первоначально

иностранного происхождения с глубокой интеграцией местных производственных, научных и трудовых ресурсов с технологиями и финансовыми ресурсами зарубежных компаний. В результате сформируется через заимствования, качественно новые принципы производства у российских производителей, чем облегчит запущенный процесс импортозамещения.

Таким образом, по оценке АО «Росинформуголь», при условии конвергенции этих факторов, к 2035 году может быть достигнута технологическая безопасность в производстве ГШО, появятся новые технологии и инновационное оборудование.

Необходимо отметить, что российская угольная промышленность, демонстрируя свое динамическое развитие, стала сферой интересов портфельных инвесторов. В некоторых случаях активами угольной промышленности заинтересовались крупные сторонние инвесторы, готовые развивать добычу угля в новых центрах угледобычи. Отмечается интерес и иностранных инвесторов.

На внутрикорпоративном уровне отмечается тенденция выделения отдельных процессов производства угольной продукции аутсорсинговым компаниям, что является передовой общемировой практикой. В большинстве случаев в России эти компании являются аффилированными, в перспективе в связи с изменениями корпоративной культуры появится внешний аутсорсинг.

На взгляд АО «Росинформуголь» государственная поддержка Дальнего Востока в виде организации особых финансово-экономических отношений в ряде регионов (свободных экономических зон, территорий опережающего развития и т.д.) будет делать привлекательными угольные проекты, являющимися субъектами этих отношений.

Для обеспечения наращивания рынков российского угля особо важным является развитие железнодорожной и портовой инфраструктуры для диверсификации направлений поставок угля как внутри страны, так и для реализации экспортного потенциала угольных компаний.

В силу перечисленных выше факторов основные тенденции в развитии транспортной и портовой инфраструктуры будут в основном определяться необходимостью переориентации части экспортных угольных потоков с атлантического на восточное направление.

Уже сегодня активно реализуются инвестпроекты по развитию Восточного полигона железных дорог – БАМ, Трансиб и железнодорожная линия Междуреченск-Абакан-Тайшет. Ведется обустройство, сооруженной компанией

«Мечел», железнодорожной магистрали Улак-Эльга в Якутии. Строительство новых погранпереходов с Китаем сможет обеспечить увеличение сухопутного экспорта российского угля (на 10–15 млн т ежегодно). В перспективе будет реализован подготовительный проект сооружения железной дороги Кызыл-Курагино, который должен обеспечить освоение Улуг-Хемского угольного бассейна в Республике Тыва.

Следует отметить, что планируется также развитие железнодорожной транспортной инфраструктуры – поставка угля на экспорт конечным потребителям по суше.

Активно строятся объекты припортовой железнодорожной инфраструктуры, как на Дальнем Востоке, так и в Мурманске, Усть-Луге и Тамани.

Грандиозные планы по строительству крупных угольных портовых терминалов реализуют отечественные угольные компании на Дальнем Востоке. Так, предусматривается строительство трех новых современных терминалов в бухте Мучка, помимо действующего Ванинского порта общей мощностью 42 млн т (угольные компании – Колмар, Мечел, ТЭПК), на Чукотке – угольного терминала вблизи Амаамского каменноугольного месторождения (австралийский инвестор Tigers Realm Coal – 10 млн т) и ряда новых крупных проектов на юге Приморского края (порты Вера – 20 млн т, Суходол – 20 млн т, на мысе Астафьева – 6 млн т).

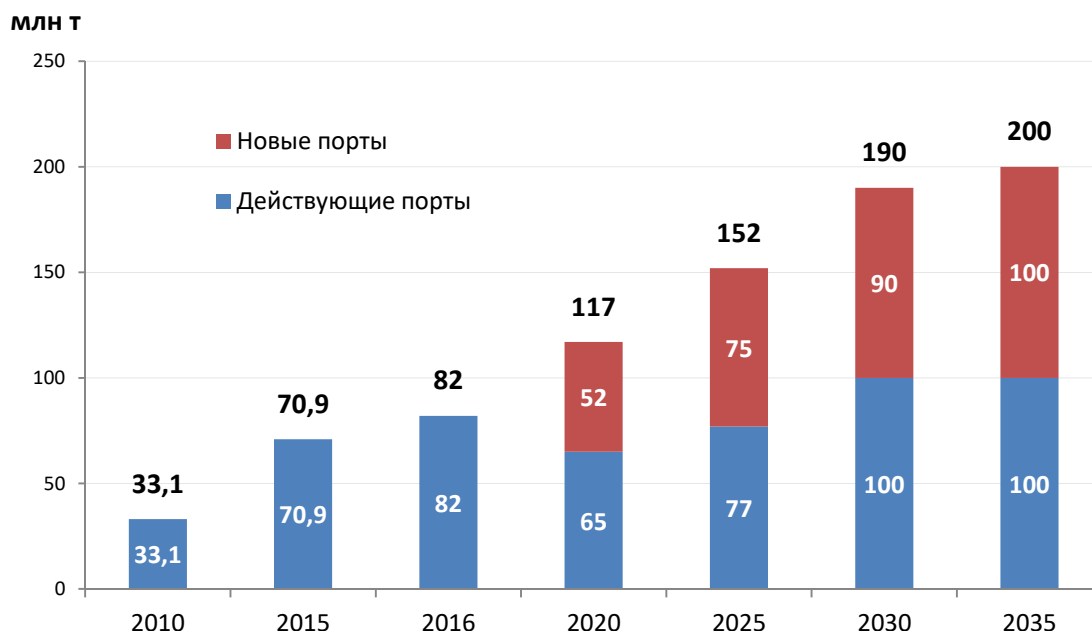


Рисунок ... – Динамика перевалки углей и прогноз развития портовых мощностей в восточном направлении

Из действующих угольных портов Восточный порт к 2030 году должен увеличить свои перевалочные мощности до 60 млн т в год. Модернизации также подвергнутся порты Посьет (рост мощностей до 8 млн т), Ванинский порт (до 24 млн т), а также увеличится общая мощность портов для перевалки угля на острове Сахалин до 5 млн т.

Строительство новых портов по перевалке угля к 2020 году должно обеспечить рост мощностей на 52 млн т, к 2025 году еще дополнительно на 23 млн тонн. В 2035 году мощность портов по перевалке угля в дальневосточном регионе достигнет 200 млн тонн, что, в конечном счете, позволит обеспечить выполнение планов по развитию российского экспорта угля в страны АТР.

Активное наращивание новых портовых мощностей планируется и в европейской части России, в первую очередь, в северном и южном секторах (рисунок ...).

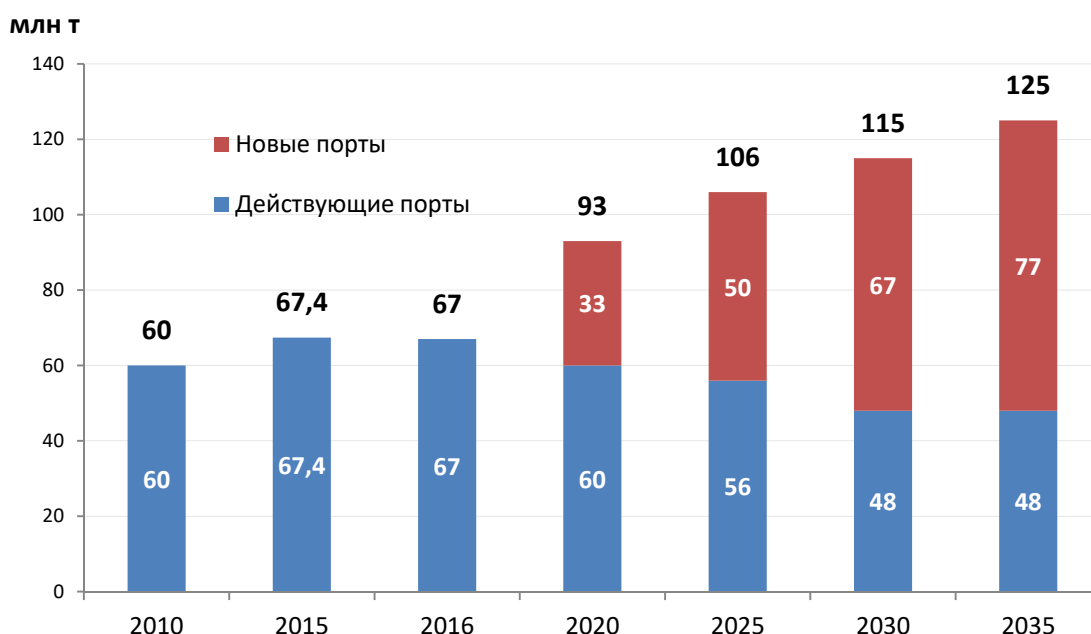


Рисунок ... – Динамика перевалки углей и прогноз развития портовых мощностей в атлантическом направлении

Планы по модернизации действующих, а также строительству новых морских специализированных угольных терминалов позволяет оптимизировать логистику экспортных маршрутов в России и отказаться к 2030 году от использования портов сопредельных государств (стран Балтии и Украины) (рисунок ...). Так, перевалка российских углей через порты Балтии и Украины должна снизиться с сегодняшних 15 млн т до 12 млн т к 2020 году, до 8 млн т к

2025 году и начиная с 2030 года весь экспорт угля должен осуществляться только через отечественные портовые мощности.

Из действующих портов по перевалке угля, модернизации коснутся в северном секторе порт Мурманск (доведение мощности до 16 млн т), порт Архангельск (до 2 млн т) и в южном – порт Темрюк (до 4,5 млн тонн).

Новые крупные угольные терминалы должны обеспечить углеэкспорт в северном секторе – порт Лавна (мощностью до 18 млн т), порт Беломорский (8 млн т) и порт на мысе Северный (до 5,5 млн т).

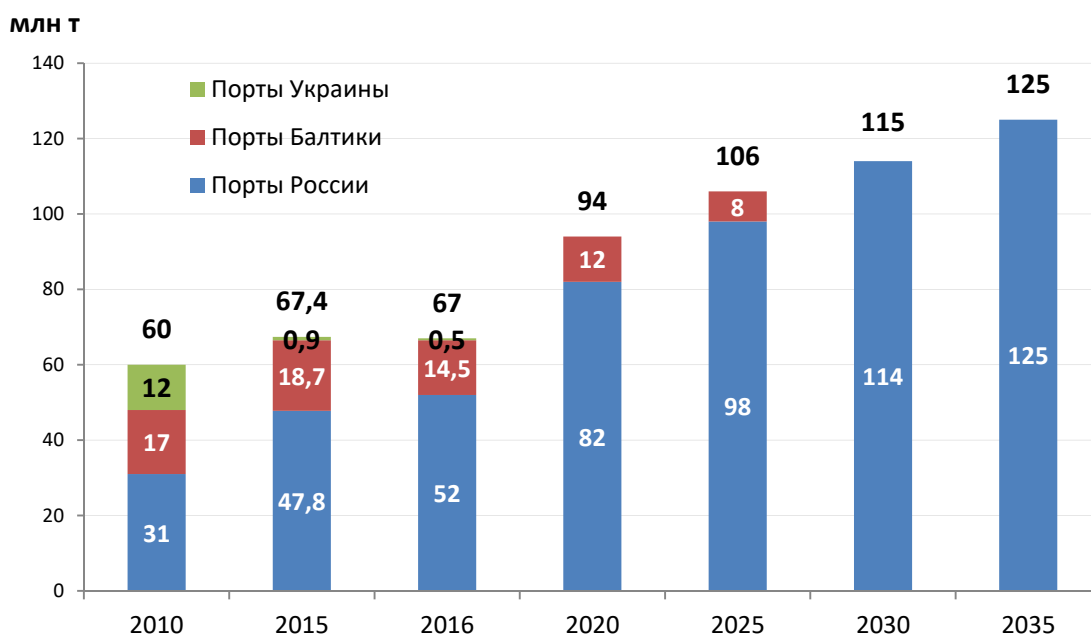


Рисунок ... – Динамика перевалки на экспорт российских углей и прогноз использования портов сопредельных государств по атлантическому направлению

В южном направлении планируется строительство двух крупных угольных перевалочных терминалов общей мощностью до 45 млн т, которые должны аккумулировать в себе в большей степени все действующие не крупные перевалочные порты на побережье Азовского и Черного морей, обеспечив конкурентные преимущества в морской логистике.

Таким образом, общий объем портовых мощностей по перевалке угля может достичь к 2035 году 325 млн т (рисунок...), в том числе в атлантическом направлении – 125 млн т и тихоокеанском – 200 млн тонн. Полная программа развития портовой инфраструктуры России в рассматриваемом периоде должна обеспечить значительное наращивание перевалочных мощностей и, в первую очередь, за счет ввода новых современных угольных терминалов – на их долю

придется около 55% всех производственных мощностей портов угольного профиля.

Анализ прогноза развития перевалочных мощностей портов и объемов возможного угольного экспорта на период до 2035 года показывает наличие достаточного объема мощностей угольных терминалов. В горизонте до 2065 года будет развитие вновь введенных портов и увеличение их мощности в зависимости от спроса на угольную продукцию на международном рынке.

Общие ресурсы российских углей к поставке к 2035 году оцениваются в 395–460 млн т, в том числе на внутренний рынок – 190–170 млн т, на экспорт – 225–270 млн тонн. В период до 2065 года общие ресурсы по максимальному варианту могут превысить 600 млн тонн, в т.ч. для внутреннего рынка 190–200 млн т и экспорта до 400 млн тонн. При этом, на внутреннем рынке при минимальном (консервативном) варианте фактически сохраняются объемы потребления углей, экспортное же направление после 2020 года должно получить активное развитие. Как следствие, при максимальном и минимальном вариантах, изменение направлений поставок угля потребителям приведет к тому, что уже с 2020 года внешние поставки будут значительно превышать внутреннее потребление угля. Такой сценарий рассматривается, в первую очередь, благодаря созданию новых центров добычи и реализации угля на востоке страны, а также планируемому развитию железнодорожной и портовой инфраструктуры, обеспечивающей вывоз угля в адрес конечных потребителей как на внутреннем, так и внешнем рынках.

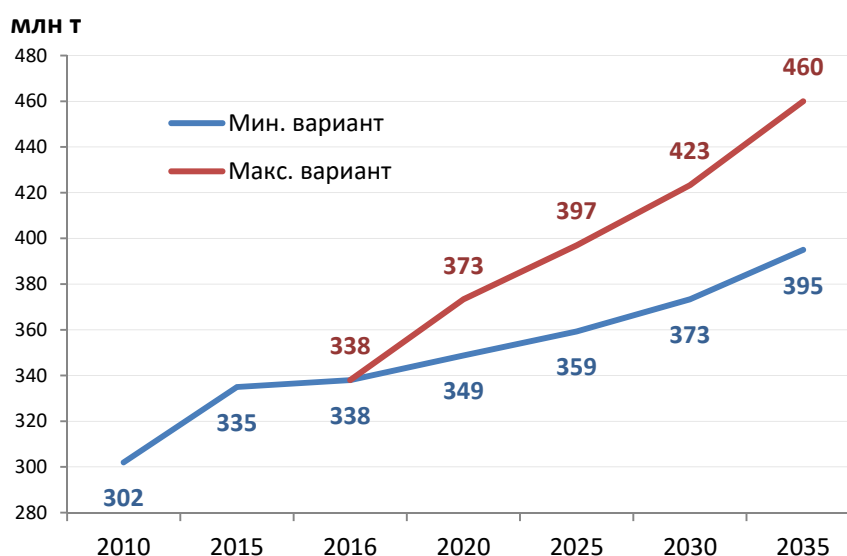


Рисунок ... – Оценка общих ресурсов российских углей к поставке

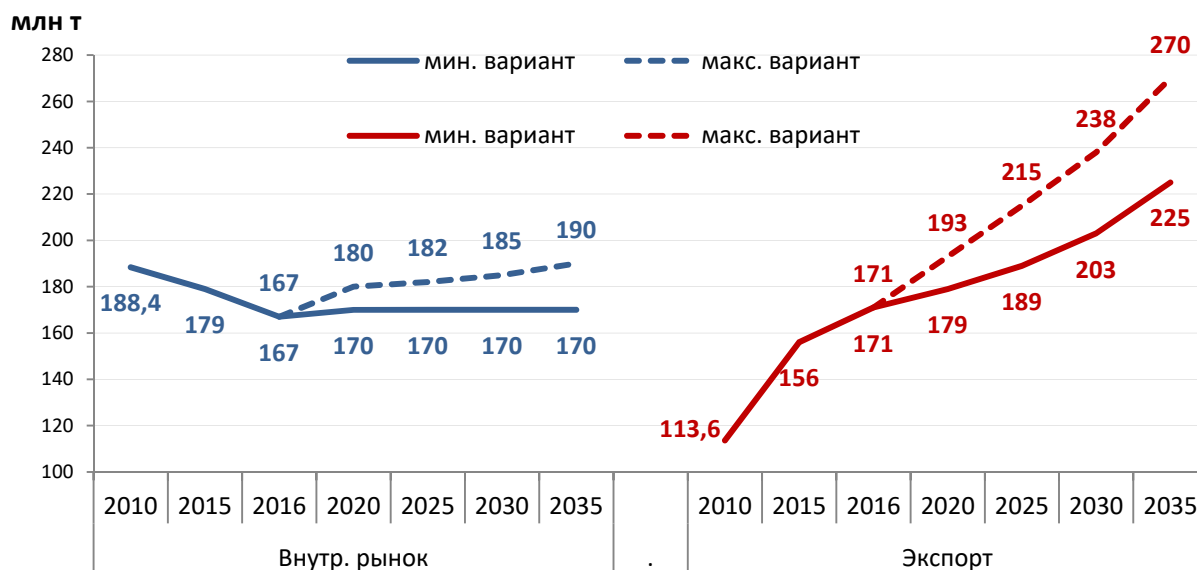


Рисунок ... – Оценка ресурсов российских углей к поставке на внутренний и внешний рынки

Общие ресурсы к поставке энергетических углей к 2035 году оцениваются в объеме 307–360 млн т, углей для коксования – 88–100 млн т.

Одним из решающих факторов в повышении конкурентоспособности углей является наращивание перерабатывающих (обогащительных) производств. Доля обогащаемого каменного энергетического угля в общем объеме добычи к 2035 году должна достичь 85–90%.

Теплоэлектроэнергетика, по-прежнему, останется основным сегментом внутреннего рынка. В течение всего прогнозируемого периода до 2035 год минимальный уровень спроса на уголь с ее стороны оценивается в 90 млн т, максимально возможный уровень – 110 млн т.

В перспективе после 2030 года нельзя исключить роста потребности теплоэлектроэнергетики в угольном топливе, связанные с намерениями по строительству на Дальнем Востоке ряда новых электростанций, с последующей передачей выработанной электроэнергии в Китай.

Черная металлургия является вторым по величине сегментом внутреннего угольного рынка. Однако, потребление коксующихся углей на внутреннем рынке уже длительное время сохраняется на уровне 39–40 млн т. Внутренний рынок коксующихся углей в целом характеризуется монополизмом и диктатом поставщика. Около 70% коксующегося угля в России добывается угольными компаниями, связанными с металлургическими холдингами.

В перспективе рост внутреннего спроса на коксующийся уголь будет сдерживаться технологическим совершенствованием металлургического производства (безкоксая выплавка стали) и прогнозируемым замещением металла композитными материалами. Кроме того, на стабилизацию спроса в концентрате коксующихся углей может повлиять внедрение в России новых технологий, в частности вдувания в домны пылевидного энергетического угля (PCI). Основными продуцентами коксующегося угля останутся Кузнецкий, Печорский, Южно-Якутский бассейны. Развитие добычи угля на новом Улут-Хемском бассейне будет способствовать частичному замещению неэффективных мощностей в Кузбассе и наращиванию экспортных поставок угля в страны АТР.

Потребление угля в коммунально-бытовом секторе, включая население и агропромышленный комплекс, как показывает анализ ретроспективных данных, имеет устойчивую тенденцию к снижению. Нисходящий тренд потребления угля в этом сегменте рынка обусловлен действием системных факторов, главными из которых являются реализация программы газификации страны и последовательное сокращение численности сельского населения, использующего угольные котельные. Наибольшие темпы снижения спроса на угольное топливо следует ожидать в Центральном, Южном и Уральском федеральных округах.

Внутренний спрос на уголь по другим направлениям использования к 2035 году оценивается в объеме 27 млн т с приростом относительно 2010 года 5–7 млн т или около 35%. Этот рост потребления связан с внедрением новых прорывных технологий использования угля на базе энерготехнологических и углехимических кластеров в угольной промышленности России.

Таким образом, анализ состояния и тенденций развития внутреннего угольного рынка позволяет сделать однозначный вывод - значительного скачка во внутреннем потреблении российского угля. При этом необходимо осваивать новые рынки продукции углехимии, углеродных и композитных материалов. В целом общее потребление угольной продукции на внутреннем рынке, включая ее использование для нужд углехимии, в период 2035-2065 годы не превысит 200 млн т.

Потенциальные возможности экспорта российского угля будут определяться действием ряда внутренних и внешних факторов. К числу наиболее значимых внутренних факторов относится развитие производственного потенциала угольных компаний, направленное на повышение

конкурентоспособности российского угля, а также формирование необходимой транспортной и портовой инфраструктуры.

Среди внешних факторов, предопределяющих возможности наращивания экспорта российского угля необходимо выделить емкость международного рынка, в том числе региональных направлений и потенциал России по занятию экспортных ниш на этих рынках.

На азиатском угольном рынке потенциальная экспортная ниша России оценивается в 15-20% от общего потребления угля в странах АТР. На европейском рынке спрос на российский уголь рассмотрен в двух альтернативных вариантах: сохранение на текущем уровне – около 80 млн т или снижение экспортных поставок до 55 млн т. Вариант со снижением поставок угля на атлантический рынок связан с переориентацией топливного баланса Европы на ВИЭ и отчасти природный газ. При общем снижении потребления энергетического угля на атлантическом рынке, будут неизбежно снижаться и поставки угля из России, что вызовет переориентацию экспорта российского угля в восточном направлении.

Рассмотренный концептуальный подход положен в основу разработки возможных сценарных вариантов российского экспорта угольной продукции в 2035 году (рисунок ...).

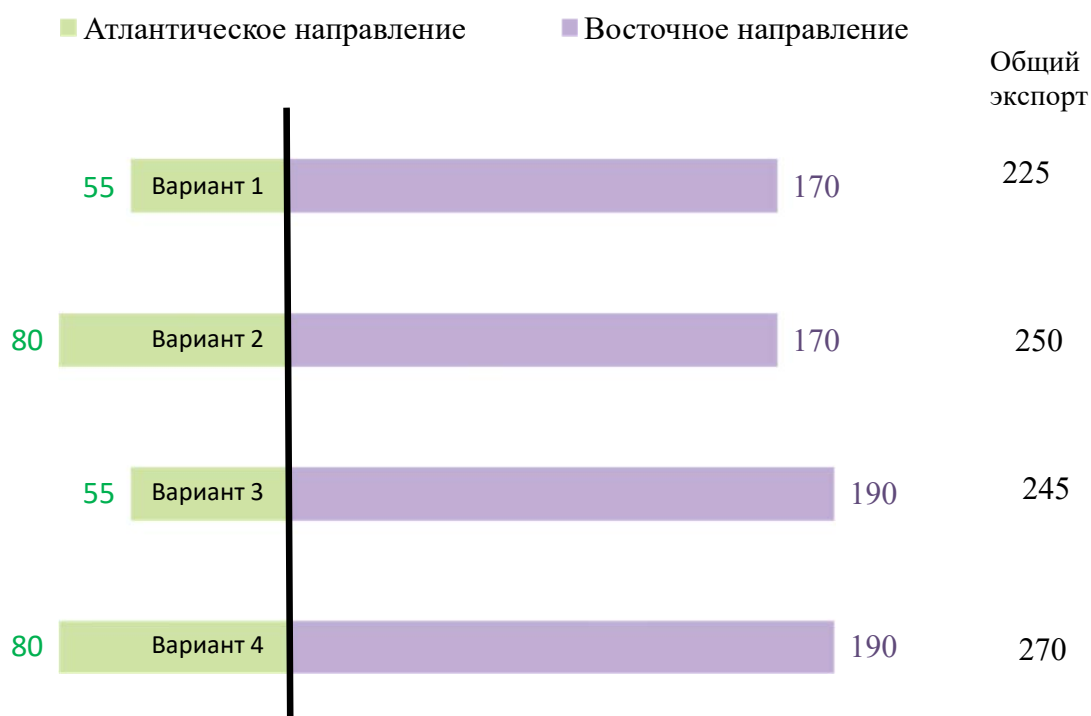


Рисунок ... – Возможные сценарии экспорта российских углей, млн т

Сценарий 1 – минимальный (общий экспорт 225 млн т, в том числе: атлантическое направление – 55 млн т, восточное направление – 170 млн т) – сокращение спроса со стороны европейских потребителей, снижение темпов роста спроса на уголь в странах АТР, изменение конъюнктуры мировых рынков, невыполнение планов по развитию новых центров угледобычи, отставание в строительстве железнодорожной и портовой инфраструктуры.

Сценарий 2 – промежуточный (общий экспорт 250 млн т, в том числе: атлантическое направление – 80 млн т, восточное направление – 170 млн т) – сохранение уровня поставок по атлантическому направлению при снижении темпов роста по восточному, изменение конъюнктуры мировых рынков, невыполнение планов по развитию новых центров угледобычи, отставание в строительстве железнодорожной и портовой инфраструктуры.

Сценарий 3 – промежуточный (общий экспорт 245 млн т, в том числе: атлантическое направление – 55 млн т, восточное направление – 190 млн т) – сокращение поставок по атлантическому направлению с переориентацией поставок на восток, рост спроса на рынке АТР, наращивание мощностей по развитию железнодорожной и портовой инфраструктуры.

Сценарий 4 – максимальный (общий экспорт 270 млн т, в том числе: атлантическое направление – 80 млн т, восточное направление – 190 млн т) – благоприятное изменение конъюнктуры мировых рынков, рост поставок по атлантическому и восточному направлениям, развитие новых центров угледобычи, выполнение планов по строительству железнодорожной и портовой инфраструктуры,

Таким образом, граничные варианты экспортных поставок угля оцениваются к 2035 году в 225 и 270 млн тонн. Объемы экспорта в атлантическом направлении варьируют в интервале 55–80 млн т, в восточном направлении – 170–190 млн тонн.

В отдаленной перспективе (до 2065 года) по мере насыщения угольного рынка стран АТР должен получить развитие рынок стран Африки. Однако рост объемов российского угля на международном рынке (400 млн т) будет возможен только за счет роста его доли, в основном, путем замещения выбывающих объемов угля Индонезии, Вьетнама и ЮАР.

Оценка импорта угля. Завоз энергетических углей для нужд электроэнергетики из Казахстана в долгосрочной перспективе должен сохраниться, ежегодный объем поставок может варьировать в диапазоне 18-20

млн тонн. Сохранение завоза казахстанских углей обусловлено рядом факторов. Во-первых, Экибастуз был построен для обеспечения энергопотребностей России. Во-вторых, перевод работы тепловых электростанций с экибастузского угля на другой (например, канско-ачинский) потребует значительных затрат на реконструкцию котлоагрегатов, систем приема, разгрузки, хранения угля, пылеприготовления и золошлакоудаления. В-третьих, создание Таможенного союза Казахстана, России и Беларуси позволило перейти на прямые договоры с потребителями. Имеется большая вероятность, что в период после 2035 года (возможно и раньше – в 2030 году) завоз высокочольных казахстанских углей на электростанции России прекратится вследствие вывода из эксплуатации морально устаревшего котлооборудования и перевода ТЭС на газ.

Базой для выбора вариантов развития добычи угля в целом по России являются результаты расчетов коридора спроса на российский уголь на внутреннем и внешнем рынках. В рамках полученного коридора (в диапазоне между минимальным и максимальным значениями) возможно формирование любых вариантов развития угольной промышленности. Потенциальные возможности отдельных угледобывающих регионов по объемам добычи угля рассчитываются с учетом как возможного развития добычи угля на действующих предприятиях отрасли, так и перспективных инвестиционных проектов.

Как показывают расчеты, добыча угля в России может достигнуть к 2030 году 420–480 млн т с дальнейшим ростом к 2035 году до уровня 450–520 млн т (рисунок ...). Доля открытого способа добычи угля достигнет 75%, против 68,4% в 2010 году. Добыча коксующихся углей оценивается к 2035 году в объеме 115–131 млн т, энергетических – 335–389 млн тонн.

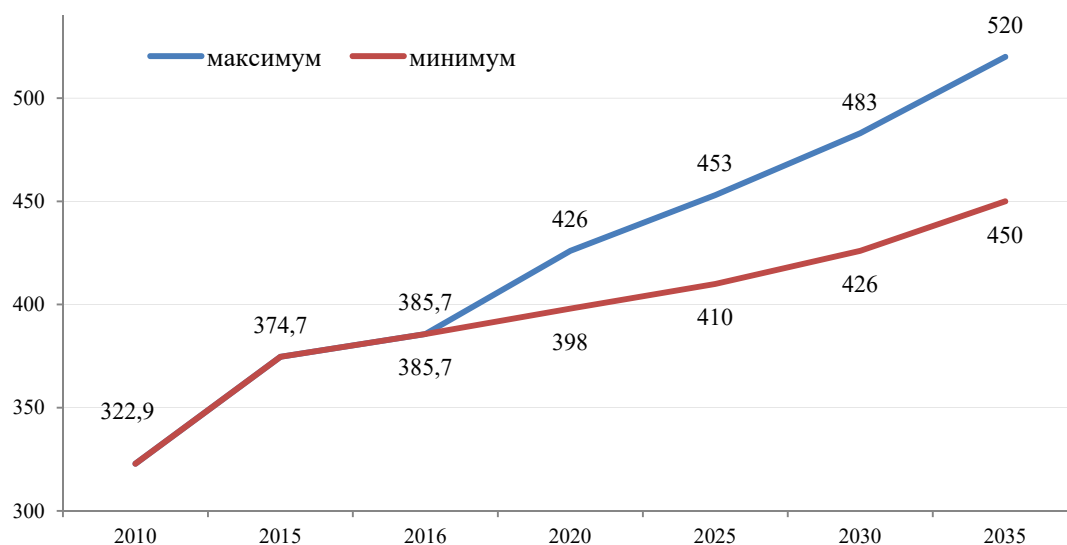


Рисунок ... - Развитие добычи угля в России до 2035 года, млн тонн

Рассматриваемый рост обусловлен, преимущественно, развитием восточных регионов страны (в частности, Республики Тыва, Байкальского региона и Дальневосточного ФО) в соответствии с имеющимися сырьевыми ресурсами и развитием инфраструктуры. Переориентация развития угледобычи в восточные районы имеет целью обеспечение устойчивого экспорта в азиатском направлении.

Выбор восточного вектора развития угольной отрасли обусловлен, прежде всего, экономическими факторами, а в последнее время и геополитическими. Основными экономическими факторами, обусловившими целесообразность создания новых центров угледобычи на востоке страны и ускоренного развития уже действующих в этом макрорегионе предприятий, стали: значительное сокращение транспортных издержек при экспорте местной угольной продукции по сравнению с остальными регионами страны в силу приближенности к основным экспортным портам восточного направления. В связи с этим Правительством Российской Федерации было принято решение о приоритетном развитии восточных регионов страны (Красноярский край, Республика Тыва, Байкальский регион, Дальний Восток). Кроме того, развитие добычи угля на востоке страны послужит базой для создания территориально-производственных комплексов на основе угольной энергетики, в том числе, с использованием глубокой переработки угля.

Варианты развития добычи угля в целом по макрорегионам представлены на рисунках

Следует отметить, что в период до 2035 года прекратится неэффективная добыча низкокачественных углей в Уральском регионе и Подмосковном угольном бассейне, начнется освоение Улуг-Хемского бассейна в республике Тыва, а в период после 2030 года Тунгусского бассейна в Восточной Сибири. С освоением Северного морского пути возможно интенсивное освоение угольных месторождений Арктической зоны, а также Полярного Урала.

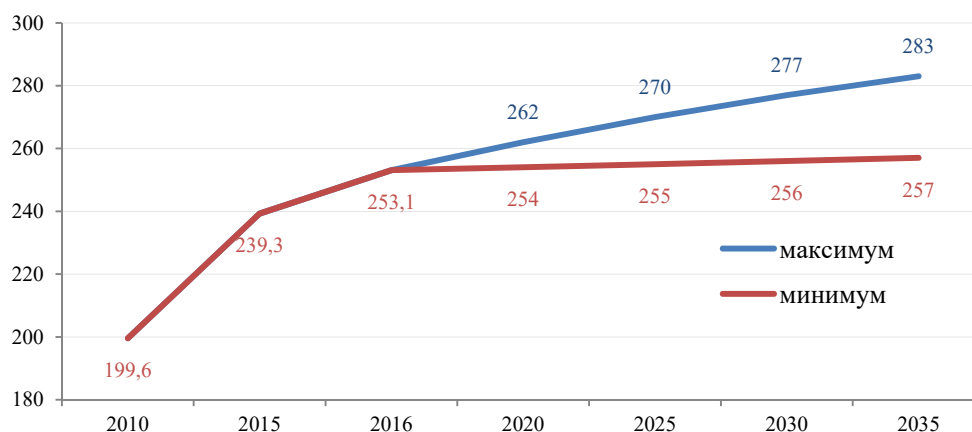


Рисунок ... - Развитие добычи угля в Западной Сибири и Республике Хакасия до 2035 года, млн тонн

В Кузбассе продолжится освоение Ерунаковского угленосного района, будут построены крупные предприятия на Менчерепском, Жерновском, Уропско-Караканском, Новоказанском, Солоновском и других месторождениях с благоприятными горно-геологическими условиями разработки.

Для снижения влияния дальности перевозки на развитие региона в Кузнецком угольном бассейне будет развиваться местное использование добываемых углей, предусматривается создание ряда энерготехнологических кластеров, позволяющих перейти к комплексному освоению ресурсов угольных месторождений, извлечению и использованию метана. Начнется промышленное извлечение газа метана из угольных пластов для его использования в экономике страны. Опыт Кузбасса должен получить распространение и в других угледобывающих регионах. Однако из-за экологических ограничений рост добычи угля в Кузбассе остановится на уровне 238-245 млн тонн в год.

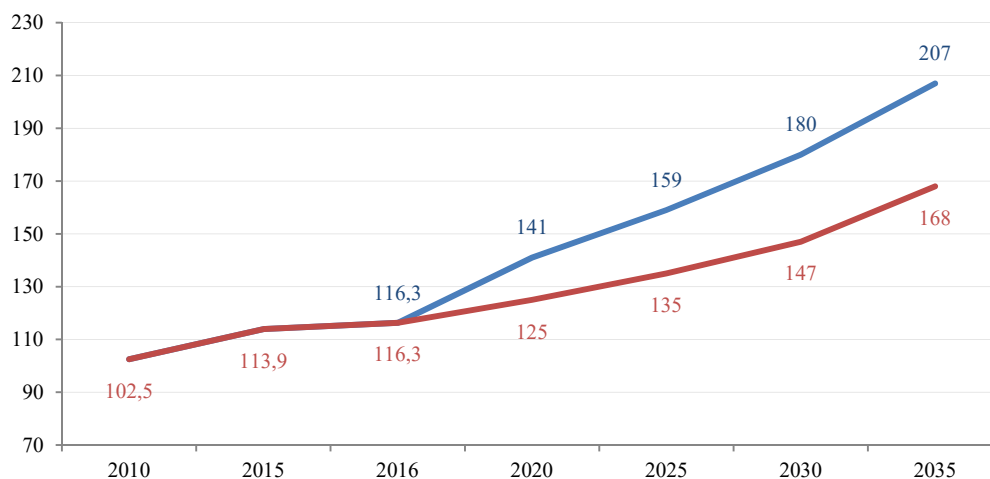


Рисунок ... — Развитие добычи в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке до 2035 года, млн тонн

Нельзя также не учитывать необходимость рационализации в отдаленной перспективе рационализации ТЭБ России, в котором, в настоящее время, на долю угля приходится всего около 15 % (при этом уголь в мировом ТЭБ – 29,2 %, США – 18 %, Японии – 26,6 %, Германии – 24,4 %, Польше – 52 %).

6.2.5. Возобновляемые источники

...

6.3. Управление рисками

Долгосрочные ожидаемые тенденции развития мировой экономики и энергетики и порождаемые ими внешние и внутренние вызовы для развития ТЭК России требуют формирования в России нового энергетического уклада.

Новый энергетический уклад подразумевает переход от экспортно-ориентированной ресурсно-сырьевой модели развития экономики, базирующейся на добыче и экспорте углеводородов, к устойчивому ресурсно-инновационному развитию, опирающемуся на внутренний энергетический рынок и экспорт энергетических услуг, технологий и энергетической продукции с высокой добавленной стоимостью, а также предусматривающий ускоренную электрификацию экономики России в рамках ожидаемого глобального перехода к «электрическому миру».

Переход к новому энергетическому укладу определяет круг задач, стоящих перед российской энергетической политикой в этом направлении:

-  развитие внутреннего спроса на энергетическую продукцию высокой добавленной стоимости;
-  повышение глубины и комплексности переработки российских углеводородов (в т.ч. глубины нефтепереработки), опережающее развитие нефте- и газохимии;
-  повышение эффективности национальной инновационной системы в сфере энергетики;
-  развитие экспорта энергетических услуг, технологий, организационно-технологических решений, а также энергетической продукции с высокой добавленной стоимостью;

-  модернизация и создание новой энергетической инфраструктуры;
-  обеспечение ускоренной электрификации экономики России.

Круг поставленных задач задает основные направления государственной политики в этой сфере, к которым относятся:

-  стимулирование внутреннего спроса на российскую энергетическую продукцию высокой добавленной стоимости;
-  развитие сети нефтегазохимических комплексов в районах добычи сложнокомпонентных углеводородов (в т.ч. нетрадиционных), обеспеченных соответствующей транспортной и экспортной инфраструктурой;
-  создание национального облачного технологического ресурса знаний, технологий и продукции ТЭК России, стимулирующего инновационную активность хозяйствующих субъектов ТЭК в рамках национальной инновационной системы в энергетике;
-  таможенно-акцизное регулирование, стимулирующее экспорт энергетической продукции с высокой добавленной стоимостью;
-  создание энергоинфраструктурных коридоров развития, объединяющих как физическую инфраструктуру (авто- и железные дороги, нефте- и газопроводы, ЛЭП и пр.), так и инновационно-институциональную инфраструктуру (зоны свободного движения товаров, услуг и технологий);
-  создание институциональных и инфраструктурных условий для ускоренной электрификации экономики России (в т.ч. инфраструктуры использования и зарядки электрического транспорта, хранения и передачи электроэнергии и пр.).

Для успешной реализации целевого сценария развития экономики и энергетики и перехода на ресурсно-инновационный путь развития в ТЭК России должна быть сформирована целостная институциональная система. При этом данная система должна обеспечивать прозрачность рыночной среды регулирования, ее адаптивность к быстро меняющимся внешним и внутренним условиям развития энергетического сектора, а также равноправие всех участников экономической деятельности в ТЭК.

Институциональная система развития ТЭК России включает в себя следующие составные элементы:

-  эффективные внутренние энергетические рынки;
-  стабильная и сбалансированная система налогообложения, базирующаяся на принципах взимания налогов с финансового результата деятельности хозяйствующих субъектов ТЭК России;
-  сбалансированная система таможенно-акцизного регулирования, стимулирующая повышение качества продукции ТЭК и ее ориентацию, в первую очередь, на обеспечение нужд внутреннего рынка;
-  прозрачные правила недискриминационного доступа и тарифного регулирования деятельности естественно-монопольных сегментов энергетического сектора страны, поддерживающие инвестиции в их развитие, но не снижающие конкурентоспособность потребителей услуг естественных монополий;
-  эффективная конкурентная политика и антимонопольное регулирование, стимулирующие развитие добросовестной конкуренции и устранение локальных проявлений любых видов монополизма;
-  эффективная инвестиционная политика, обеспечивающая равную защиту прав всех участников инвестиционного процесса в энергетическом секторе;
-  эффективная национальная инновационная система, обеспечивающая взаимодействие науки, бизнеса и власти, а также стимулирующая внедрение инновационных решений и новых технологий хозяйствующими субъектами ТЭК России;
-  эффективная система взаимодействия федерального центра и регионов России, обеспечивающая баланс федеральных и региональных интересов в части распределения ресурсной ренты, реализации комплексных энергетических проектов федерального и межрегионального значения, обеспечения надежности регионального энергоснабжения.

6.3.1. Эффективные внутренние энергетические рынки

К 2030 году в ТЭК России должно быть завершено формирование высокоразвитой рыночной среды. Должны быть сформированы эффективно

функционирующие оптовые и розничные рынки электроэнергии, жидких углеводородов (нефти и нефтепродуктов, а также СУГ и газового конденсата), природного газа (включая СПГ и КПГ) и тепла, базирующиеся на биржевых принципах ценообразования для конечных потребителей.

При этом создаваемые модели внутренних энергетических рынков должны учитывать технологические и социальные особенности каждого вида энергоносителя, торгуемого на рынках. С одной стороны, функционирование энергетических рынков должно быть построено на отказе от неэффективного перекрестного субсидирования для формирования объективных рыночных сигналов потребителям и производителям энергии. С другой стороны, функционирование внутренних энергетических рынков должно учитывать социальную значимость энергии и энергетических услуг для населения и экономики через развитие адресной поддержки социально незащищенных категорий потребителей и введение социальных норм энерго- и теплопотребления.

Формирование системы эффективных внутренних энергетических рынков – это непрерывный процесс, подчиняющийся меняющимся требованиям конечного потребителя энергетической продукции и услуг, а также возникающим новым технологическим возможностям производства, хранения, транспорта и распределения энергии, которые должны постоянно учитываться в процессе их функционирования.

В этой связи следует подчеркнуть, что энергетическая стратегия России на период до 2065 года должна ставить своей целью не создание жестко детерминированной системы энергетических рынков, а стимулирование развития соответствующей рыночной среды, которая допускает определенную гибкость в своем функционировании и носит открытый характер.

6.3.2. Модернизация против инновационного развития

Модернизация преследует задачу обновления отдельных существующих узлов и оборудования с целью продления технологического ресурса и частичную замену оборудования новыми серийно выпускаемыми образцами преимущественно отечественного производства, соответствующими мировому уровню. Однако это лишь частичное решение общей проблемы формирования нового энергетического уклада, которое требует не просто улучшения параметров

и характеристик основных производственных фондов ТЭК, а комплексного решения структурных, технологических и управленческих задач инновационного развития.

Принципиальное различие модернизационного и инновационного подходов к развитию ТЭК представлено на примере электроэнергетики (рис. 2).



Источник: ИЭС

Рис. п1. Различия между модернизацией и инновационным развитием на примере электроэнергетики России

Модернизация сохраняет отраслевой принцип организации ТЭК, в результате чего производитель (генерация) и потребитель (нагрузка) оказываются в противостоянии друг другу как технологически, так и финансово-организационном плане. Монополизация права на подключение мощностей нагрузки в централизованной системе энергоснабжения приводит не только к технологической зависимости потребителя от поставщика, но и порождает диктат и коррупционность во взаимоотношениях.

Выходом из этого противостояния может стать не ущемление прав энергопотребителей на развитие децентрализованных систем, а, наоборот, поддержка подобного развития за счет крупных энергосистем. Так, в США закон об энергетической политике декларирует не разрешительное, а уведомительное право всех потребителей подключаться к единой распределительной сети. В этом случае энергокомпании не противостоят потребителям, а, наоборот,

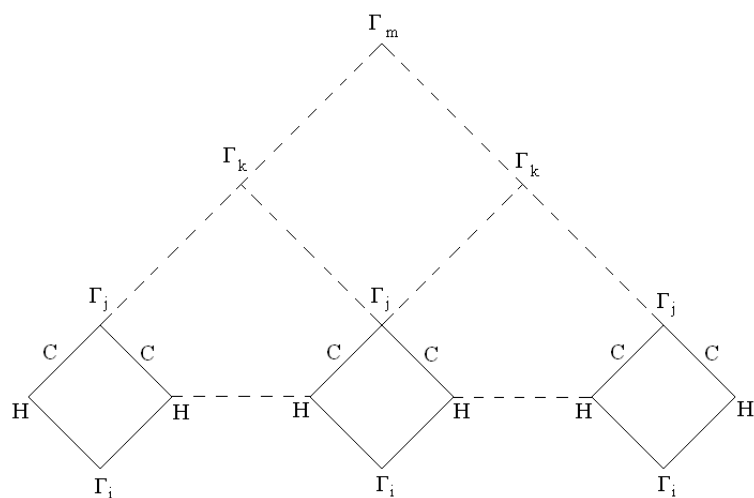
заинтересованы в более полном использовании местных энергоресурсов и местных энергетических возможностей, чтобы избежать необоснованного сооружения новых энергетических мощностей (генерирующих станций и распределительной сети). Более того, энергокомпании заинтересованы в реализации потенциала энергосбережения, ибо затраты на строительство новых мощностей оказываются в 1,5-2 раза выше, чем в реализацию мер по экономии такого же объема энергоресурсов.

Отсюда проистекает ключевая задача инновационного развития – управления спросом как на стадии формирования ТЭБ, так и при функционировании энергосистемы с выдачей управляющих воздействий как на объекты генерации и сетевые объекты, так и на включение-отключение нагрузки в аварийных и послеаварийных режимах.

Простая замена устаревших (физически) основных производственных фондов явно недостаточна в условиях, когда требуется обеспечить не только необходимый объем мощностей, но и график нагрузки с его пиками и провалами. В инновационной энергетике главное – не валовые показатели мощности и выработки электроэнергии, а «клиентоориентированность» – обеспечение реальных потребностей в энергетических услугах наиболее эффективным для обеих сторон способом. В том числе и путем участия потребителей в инвестировании нового энергетического строительства в централизованной системе с передачей им необходимых акций генерирующих компаний (или поставками электроэнергии) на величину капитала, образованного за счет инвестиционной составляющей тарифа.

Программа модернизации предполагает совершенствование оперативно-информационного комплекса и противоаварийной автоматики за счет повышения точности, избирательности и быстродействия системы диагностики и управления без качественного изменения структуры всей этой системы. По сути дела, облегчается процесс подготовки данных для диспетчерского персонала, принимающего решение для «умной» энергетики.

В то же время системность предполагает такое инновационное развитие, когда информация представляет собой не надстройку над «силовой» электроэнергетикой, а составляет вместе с ней единую энергетическую систему, осуществляющую «мультиагентное» управление при равномерном участии в нем всех объектов триады (Г – С – Н), где активные узлы (Г и Н) соединяются посредством сетевых ребер (С) в единое целое.



Источник: ИЭС

Рис. п1. Ячеистая схема объединенных энергетических модуль-систем

Модернизация предполагает сохранение структуры ЕЭС в виде слабо связанных между собой объектов и субъектов генерации и сети, где ОЭС играют роль не функциональных систем, интегрирующих эти объекты в том или ином регионе, а выполняют чисто информационное агрегирование (балансы) спроса и предложений, потребных мощностей и выработки электроэнергии на данной территории.

Инновационное развитие предполагает возрождение на новой основе иерархической структуры ЕЭС, причем «новизна» сводится не просто к организации самобалансированных объединений, а к приданию им системных свойств, означающих совместное с потребителем соответствующего уровня функционирование, управление и развитие.

И, наконец, самое главное, что должно отличать «новую» электроэнергетику – это переход от ныне действующего отраслевого принципа к формированию замкнутых энергетических кластеров – замкнутых организационно-технологических объединений, нацеленных на реализацию конечного результата – энергобезопасного и энергоэффективного развития электроэнергетики России и ее регионов.

Электрические связи между кластерами, осуществляющие транспортные и межсистемные функции, требуют развития не только ЛЭП достаточной пропускной способности, но и применения активно-адаптивной сети, что придает энергообъединениям новые свойства интеллектуальных сетей.

Именно такая задача была поставлена Председателем Правительства РФ В.В. Путиным перед Федеральной сетевой компанией, а ее реализация предусматривается в новой технологической платформе «Интеллектуальная энергосистема России», в основе которой лежит новая концепция инновационного развития электроэнергетики – Smart Grid.

6.3.3. Стабильная и сбалансированная система налогообложения

Энергетическая стратегия России на период до 2065 года должна опираться на стабильную и сбалансированную (между интересами государства и бизнеса, между различными отраслями, видами экономической деятельности, типами месторождений) систему налогообложения ТЭК, ориентированную на финансовый результат и долгосрочный экономический эффект от работы ТЭК.

В энергетическом секторе должна быть создана многоуровневая налоговая система, которая бы позволяла максимально объективно учитывать экономику проектов по добыче, производству, транспортировке и распределению энергии и энергоносителей и обеспечивать рациональную норму прибыли для хозяйствующих субъектов ТЭК и бюджетные поступления от деятельности энергетического сектора.

В условиях низких нефтяных цен основным вектором государственной политики в области налогообложения нефтяной отрасли является в настоящее время снижение текущего дефицита бюджета за счет оперативных корректировок налоговых параметров. При этом упускается из виду, в каком направлении должна развиваться система налогообложения нефтедобычи, какие цели перед ней ставятся в долгосрочной перспективе.

В частности, предусматривается постепенный отказ от НДС и переориентация налоговой системы добычи углеводородов, особенно нефти, на налогообложение финансового результата, учитывающего различия геологических и экономических условий добычи на каждом лицензионном участке, учет показателей накопленной рентабельности (отношение накопленного чистого дохода к накопленным суммарным затратам).

Налоговая система в ТЭК России должна стимулировать, в первую очередь, долгосрочные инвестиции в реализацию инновационно емких и прорывных энергетических проектов, реализация которых предусматривает максимальное

привлечение материалов, продукции, строительного-монтажных и сервисно-инжиниринговых услуг российских компаний из смежных секторов промышленности и экономики.

В долгосрочной перспективе система таможенно-акцизного регулирования должна обеспечивать, в первую очередь, интересы внутреннего российского рынка и стимулировать его насыщение наиболее качественными продуктами и услугами топливно-энергетического комплекса страны.

Таможенно-акцизное регулирование деятельности ТЭК России должно способствовать ликвидации технологического отставания российской нефтепереработки от мирового уровня, повышению качества вывозимого энергетического сырья и добавленной стоимости продуктов его переработки, расширению линейки производимой и экспортируемой энергетической продукции.

До 2030 года должен быть завершен организационно-технологический процесс выделения естественно-монопольных сегментов в ТЭК России и разработаны прозрачные правила недискриминационного доступа и тарифного регулирования деятельности естественных монополий.

При этом тарифы на услуги естественных монополий (транспортировка нефти и нефтепродуктов, природного газа и электроэнергии) не должны стать ограничителем экономического развития страны, ее регионов, отдельных энергетических рынков и, вместе с тем, должны покрывать потребности энерготранспортной инфраструктуры в соответствующих инвестициях, ориентированных на операционную поддержку ее развития и функционирования.

Россия не первая страна в мире, решающая задачу налогообложения доходов от нефтяной отрасли, однако российская система налогообложения разительно отличается от большинства зарубежных. Глобальной тенденцией налогообложения последних 50 лет в зарубежных странах является переход от налогообложения, полностью основанного на валовых показателях, к системе, базирующейся на налогообложении экономического результата (прибыли, чистого дисконтированного дохода или аналогичных показателей). Если до 1970-х годов практически повсеместно применялись исключительно бонусы и роялти, то сегодня заметную роль играют механизмы, основанные на налогообложении прибыли.

Нельзя сказать, что какая-либо модель идеальна для обеспечения баланса между изъятием нефтяной ренты и стимулированием инвестиций в развитие отрасли. Однако постоянные поправки в налогообложение организаций отрицательно влияют на общее положение энергетической отрасли в России.

За последние пять лет объем капитальных вложений сектора в экономику России составил порядка 8,7 трлн рублей, или свыше 12% всех инвестиций в стране. Взяв слишком много денег из отрасли, правительство рискует попасть в замкнутый круг, когда увеличение налогов будет приводить к сокращению объемов производства, а это, в свою очередь, будет стимулировать усиление налогового пресса для того, чтобы сохранить номинальную величину нефтегазовых доходов. Дополнительный триллион рублей не решит долгосрочных проблем бюджета, связанных с чрезмерной зависимостью от нефтегазовых доходов, низкой эффективностью расходов и их неоптимальной структуры с точки зрения долгосрочного экономического развития.

6.3.4. Эффективное антимонопольное регулирование

Эффективное антимонопольное регулирование предполагает создание условий для развития конкуренции на энергетических рынках, а также дальнейшее совершенствование практики применения антимонопольного законодательства в целях пресечения и предупреждения ограничения конкуренции в форме злоупотребления доминирующим положением, картельных сговоров, в том числе за счет развития интегрированной системы контроля и мониторинга энергетических рынков.

Антимонопольная политика должна носить «живой характер» и оперативно реагировать на изменения, происходящие на энергетических рынках, включая создание рынков новой энергетической продукции и услуг, изменения продуктовых и географических границ рынков, определения барьеров выхода на рынок, критериев ограничения конкуренции и пр.

6.3.5. Эффективная инвестиционная политика

Защита инвестиций и прав собственности является основой любой институциональной системы, в том числе и институциональной системы в ТЭК России.

В долгосрочной перспективе до 2065 г. в стране должна функционировать эффективная система стимулирования привлечения частных инвестиций в ТЭК через развитие соответствующей кредитно-денежной, налоговой и амортизационной политики. Должны быть разработаны прозрачные и единые правила получения инвесторами инвестиционных и налоговых кредитов при реализации энергетических проектов, поддерживаемых или иницилируемых государством, условия ускоренной амортизации основных фондов в энергетическом секторе и налоговых каникул.

Также необходим перечень направлений развития ТЭК страны на долгосрочную перспективу, которые будут пользоваться различными формами государственной поддержки в рамках действующего законодательства.

Необходимо стимулировать активное привлечение общественных инвестиций в энергетические проекты через развитие института публичных энергетических компаний, акции которых будут торговаться на российских биржах, и проведения «народных» IPO.

При этом в зоне особого контроля государства должна быть инвестиционная эффективность проектов, реализуемых в энергетической сфере, включая создание механизмов государственного и общественного контроля за эффективностью капиталовложений и максимально прозрачный процесс реализации энергетических проектов в стране.

Особое внимание должно быть уделено совершенствованию правовой базы регулирования иностранных инвестиций. Россия заинтересована в привлечении на разумных условиях, отвечающих национальным интересам, иностранных инвестиций в виде материальных и финансовых ресурсов, передовой техники и технологий, управленческого опыта. В связи с этим российское законодательство призвано обеспечить стабильность условий деятельности иностранных инвесторов в целях соблюдения норм международного права и международной практики инвестиционного сотрудничества в энергетической сфере.

6.3.6. Эффективная национальная инновационная система

Стратегической целью Энергетической стратегии России на период до 2065 года является совершенствование и повышение эффективности национальной инновационной системы (НИС) в сфере энергетики для обеспечения российского

ТЭК высокоэффективными отечественными технологиями и оборудованием, научно-техническими и инновационными решениями в объемах, необходимых для поддержания энергетической безопасности страны.

Необходимо создание национального облачного технологического ресурса знаний, технологий и продукции, снижающего риски инвесторов в инновационное развитие ТЭК. Этот ресурс должен стать системной конструкцией, объединяющей действующие и создаваемые элементы инновационной инфраструктуры в энергетике, включая центры (компании различных типов собственности) венчурного финансирования, технопарки и бизнес-инкубаторы, сервисно-инжиниринговые центры, центры фундаментальных и научно-прикладных исследований в энергетике.

Уже к 2030 году в стране должен быть сформирован свободный и высококонкурентный рынок отечественных энергетических технологий, организационно-технических решений и управленческих инноваций на базе долгосрочного форсайта мирового и отечественного технологического развития в энергетике.

6.3.7. Эффективная региональная энергетическая политика

Эффективная региональная энергетическая политика предполагает совершенствование взаимодействия федерального центра и регионов России на основе законодательного разграничения полномочий в сфере реализации энергосберегающей политики, обеспечения надежности и безопасности, регулирования и развития энергетического сектора, государственную поддержку развития меж- и внутрирегиональной энергетической инфраструктуры, совместную реализацию крупных региональных стратегических инициатив государства и бизнеса (энергетическое освоение Восточной Сибири и Дальнего Востока, полуострова Ямал, Арктики), стимулирование комплексного развития региональной энергетики.

Анализ объективности альтернативных энергетических прогнозов

Актуальность вопроса

В настоящее время существует большое количество долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики, ставшие важным элементом решения вопросов перспективного обеспечения энергетической безопасности. Потребность в таких прогнозах привела к формированию целого рынка услуг по их предоставлению. Широко известны прогнозы Международного энергетического агентства (IEA), Управления энергетической информацией администрации США (EIA), Международного института прикладного системного анализа (IIASA), ОПЕК, ФСЭГ, ряда работающих в сфере энергетики исследовательских центров Европейской Комиссии и ООН. Кроме того, прогнозы добычи, спроса и цен на энергоресурсы составляются многими крупнейшими нефтегазовыми компаниями, такими как Royal Dutch Shell, BP, ExxonMobil, ConocoPhillips, Statoil, CNPC, ПАО «ЛУКОЙЛ», а также различными консалтинговыми и научными организациями: Wood Mackenzie, ПИРА «Энерджи Груп», Global Insight, российскими ИНЭИ РАН и Институтом энергетической стратегии и др.

В результате современный мир буквально пронизан потоками информации, аналитикой и прогнозами, сценариями развития будущего, статистикой и разнообразными данными. Практически по любому вопросу можно найти необходимые материалы и сведения, что порождает новую проблему – как выявить в этом потоке действительно важные достоверные данные, на которые можно опираться в дальнейшем при выработке стратегии или принятии решений. Задача хорошей аналитики как раз и заключается в необходимости аргументировано выбрать именно тот сценарий, который соответствует реальному положению вещей.

Сталкиваясь с очередными прогнозами, мы не можем быть уверены, что их авторы беспристрастны. Скорее даже напротив, составители таких прогнозов руководствуются различными интересами, влияющими на их объективность. Например, прогнозы, формируемые органами власти, часто призваны подтвердить определенную точку зрения или правильность проведения определенной политики. Не стоит забывать и о наличии как конкуренции между отдельными государственными структурами, так и разные приоритеты при разработке и внедрении государственной политики в той или иной сфере.

Рассматривая проблемы объективности прогнозов и оценок в целом, можно указать следующие причины, влияющие на их точность:

-  наличие накопленного «багажа» уже сделанных прогнозов, который необходимо вписать в текущий контекст;
-  необходимость следовать заранее определенному политическому или экономическому курсу;
-  личная пристрастность или склонность к объяснению с точки зрения определенной теории или теорий;
-  личные качества, личные отношения с определенными персоналиями;

 борьба за власть и сферы влияния.

Многие организации даже при наличии значительного объема достоверных данных могут делать неправильные выводы, исходя из политических мотивов. Расхожим примером стало утверждение ЦРУ о наличии у Ирака оружия массового поражения, которое было использовано для обоснования ввода войск в эту страну. Впоследствии было доказано, что данное утверждение было полностью неверно и ОМП в Ираке обнаружить не удалось. Интересен комментарий Дональда Рамсфельда, в то время министра обороны США, по данному вопросу: «Есть известные известные – вещи, о которых мы знаем, что знаем их. Есть также известные неизвестные – вещи, о которых мы знаем, что не знаем их. Но еще есть неизвестные неизвестные – это вещи, о которых мы не знаем, что не знаем их».

Достаточно распространенным явлением стала перегруженность корпоративной и публичной сферы формирующей аналитикой, т.е. такой информацией основная задача которой заключается в укреплении или развитии в общественном сознании определенных представлений и точек зрения. Хорошим примером является история со сланцевыми нефтью и газом. На протяжении второй половины 2000-х гг. значительные ресурсы были брошены на то, чтобы убедить общественность и руководство России в том, что сланцевая нефть не имеет перспектив. Используя авторитет ряда ученых и общественных активистов, в публичную сферу массированно вбрасывалась информация о том, что технологии добычи сланцевой нефти и еще далеки от совершенства, а экологические вред превосходят возможные выгоды. Данная деятельность сопровождалась активной информационной кампанией, а по свидетельству ряда авторитетных западных изданий, имело место прямое финансирование общественных движений, выступающих против разработки сланцевых месторождений. Результат хорошо известен:

Часто публикуемая информация используется как средство нажима, рычаг давления на неудобные компании и режимы. В качестве примера можно привести мировые рейтинговые агентства Fitch, Moody's и S&P. С помощью публикуемых ими рейтингов можно легко манипулировать мнением банковского сообщества, кредиторов, инвесторов, нанося существенный экономический и финансовый ущерб странам и корпорациям. В то же время никто особенно не скрывает того факта, что выводы данных авторитетных организаций о ситуации в России и оценки перспектив развития экономики продиктованы в большей степени геополитическими, а не экономическими соображениями. Стремление показать, что экономика России находится в глубоком кризисе, превалирует над сугубо академическим, научным подходом.

Ведущие центры анализа и прогноза в области энергетики

ОПЕК

Организация стран-экспортеров нефти создана в 1960 году. Основной причиной создания организации стало стремление нефтедобывающих стран объединить усилия для защиты своих экономических интересов перед

международным картелем крупных нефтяных компаний (так называемых «семи сестер»). По сути ОПЭК является первым опытом межгосударственного регулирования нефтяного рынка. Неформальным «мозговым трестом» организации является расположенный в Лондоне Центр стратегических энергетических исследований, играющий важную роль в разработке долгосрочной стратегии ОПЕК. Центр выполняет также функцию «отдела по связям с общественностью», поддерживая неформальные контакты с МЭА, ведущими транснациональными нефтяными компаниями и их ассоциациями. Традиционным форматом такого взаимодействия выступают различные конференции, форумы и, в частности, Международный энергетический форум. ОПЕК в значительной степени контролируется странами благополучными в экономическом отношении и обладающими крупными запасами нефти. Это в первую очередь Саудовская Аравия, а также ОАЭ, Катар и Кувейт. Эти же страны тесно связаны с США, которые за счет двухсторонних контактов могут влиять на позицию ОПЕК.

Начиная с 2007 года, организация ежегодно публикует мировой нефтяной прогноз (World Oil Outlook), в котором представлен всесторонний анализ мировой нефтяной промышленности, а также средне- и долгосрочные прогнозы ОПЕК по предложению и спросу на нефтяном рынке. Помимо этого, организация издает ежемесячные аналитические отчеты.

В 2014 году в своем отчете ОПЕК спрогнозировала, что на протяжении всего текущего десятилетия цены на нефть не опустятся ниже 110 долларов США за баррель. Несостоятельность данного прогноза была продемонстрирована обвалом нефтяных котировок уже осенью того же года.

Международное энергетическое агентство (International Energy Agency, МЭА)

Агентство создано в 1974 году в рамках Организации экономического сотрудничества и развития. Идея создания принадлежит США.

МЭА публикует хорошо известные и популярные ежегодные Прогнозы мировой энергетики (World Energy Outlook), а также отраслевые доклады. Однако данные материалы не лишены предвзятости и, по мнению ряда аналитиков, в частности Global Witness, как правило, сверхоптимистичны и могут вводить в заблуждение относительно потенциальных уровней нефтедобычи.

Управление энергетической информацией администрации США (Energy Information Administration, EIA)

Подразделение Министерства энергетики США. Основана в 1977 году как основной орган федеральной власти, занимающийся статистикой и анализом в области энергетики. Проводит сбор и анализ данных по всем источникам энергии, всем способам её использования, изучает данные по углю, нефти, природному газу, электроэнергии, ВИЭ, атомной энергетике, анализирует потоки энергии. Издает кратко- и долгосрочные прогнозы как для США, так и для других стран и мира в целом. На интернет-портале агентства размещается значительное число

отчетов, аналитических заметок, докладов в том числе и в ежедневном режиме. В ЕИА работает около 380 федеральных служащих, бюджет агентства составлял 117 миллионов долларов в 2014 году.

В своей работе ЕИА сильно зависит от внешних консультантов, которые имеют связи в отраслях ТЭК и могут использовать недостоверные источники данных, в частности, завышенные прогнозы, разработанные маркетинговыми подразделениями компаний. Представители Post Carbon Institute критикуют прогнозы агентства ЕИА по основным сланцевым формациям страны, показывая систематическое завышение как уровня добычи углеводородов, так и резервов, а также невозможность поддержания предсказываемых ЕИА уровней в будущем.

ЕИА публикует данные о запасах нефти в США, который является своеобразным барометром состояния нефтяного рынка.

Прогнозы ведущих нефтегазовых компаний

Наибольшую известность имеет ежегодно публикуемый прогноз компании ВР. Так 25 января 2017 года состоялась презентация очередного Прогноза развития мировой энергетики до 2035 года. При этом прогноз в феврале 2015 года говорил о том, что Россия останется мировым лидером в сфере экспорта энергоресурсов и вторым производителем нефти и газа. Также будет расти потребление энергоресурсов в самой России, которое к 2035 году должно составить 14%. При этом по мнению экспертов авторы прогноза проигнорировали действующие санкции и вопросы импортозамещения в нефтегазовой отрасли.

Российские научные организации в области энергетики

В настоящее время в России функционируют десятки экспертных организаций (институтов), занимающихся исследованиями как экономических процессов в целом, так и ситуацией в отдельных отраслях. Вместе с тем (на примере энергетики), горизонт исследования, как правило, ограничивается оценкой текущего состояния и очевидных прогнозируемых изменений, без комплексной оценки и установления причинно-следственной связи между глобальными процессами в экономике и структурой мирового топливно-энергетического баланса в средне- и долгосрочной перспективе.

Макроэнергетическими исследованиями занимаются, прежде всего, государственные структуры, входящие в систему Академии наук. Они часто дают искаженный взгляд на проблемы, оказавшись в сильной зависимости от госкомпаний. Последние используют академическую науку не для реального анализа, а лишь для придания дополнительного веса своему мнению (яркий пример 2012 года – публичные письма Путину В.В. руководителя Института экономики РАН Р. Гринберга и интервью прессе директора ИМЭМО РАН А. Дынкина против ускоренной приватизации в ТЭК, полностью совпадающие с точкой зрения «Роснефти»). В результате академическая наука стремительно теряет объективность, вовлекая себя в текущие публичные конфликты и утрачивая стратегичность мышления.

Институт энергетических исследований РАН

<...>

Институт системного анализа СО РАН

<...>

Институт энергетической стратегии

Институт основан в 1998 году для разработки и мониторинга энергетической стратегии России. В настоящее время позиционируется как структура широкого профиля, в частности, занимающаяся прогнозированием конъюнктуры мирового нефтегазового рынка. За последние годы институт опубликовал целый ряд комплексных прогнозов развития мировой и российской энергетики в перспективе до 2050 и 2065 гг. Также институт издает ежеквартальный научный журнал «Энергетическая политика», в котором систематизируются новейшие подходы и методики в области энергетического стратегирования.

Институт проблем нефти и газа РАН

Создан в 1987 году. Основная для института научная деятельность финансируется из федерального бюджета. В исследованиях большое внимание уделяется вопросам изучения нефтегазовых месторождений, а также прикладным аспектам их разработки.

Аналитические центры

При рассмотрении научно-исследовательских организаций нельзя обойти вниманием аналитические центры или «мозговые центры» (think tanks), которые на западе выступают в роли пятой власти (после СМИ, которые считаются четвертой властью). На сегодняшний день данные организации, концентрирующиеся прежде всего в гуманитарной сфере, приобрели значительное влияние на выработку и принятие решений по широкому кругу вопросов внешней и внутренней политики. По данным на 2014 год всего в мире насчитывалось 6618 таких центров.

В России существует 122 «мозговых центра», что меньше, чем в одном штате Нью Йорк (146 центров) и в три раза меньше, чем в Вашингтоне (396 центра). По мнению авторитетных исследований Пенсильванского университета США в сотню лучших аналитических центров входит Московский центр Карнеги (14 место), Институт мировой экономики и международных отношений (ИМЭМО) РАН и Московский государственный институт международных отношений (МГИМО) МИД России.

В значительной мере их высокая оценка в зарубежной среде базируется не только на объеме и качестве выпускаемой аналитики, но и на умелом позиционировании себя в мировом экспертном сообществе.

Московский центр Карнеги является филиалом американского Фонда Карнеги за Международный Мир, одного из старейших аналитических центров.

Центр хорошо зарекомендовал себя подготовкой исследований в различных областях гуманитарной науки. Два других признанных на мировом уровне аналитических центра являются бюджетными учреждениями, специализирующимися в области международных отношений.

Интересно отметить, что в рейтинге 30 ведущих «мозговых центров» в области энергетической и ресурсной политики нет ни одного российского учреждения. В перечне преобладают организации из США, Великобритании и Японии. Единственным представителем постсоветского пространства оказался Институт стратегических исследований Казахстана, закрепившийся на 30 позиции.

Выводы

Как можно видеть, развитие площадок аналитики и прогноза происходило синхронно с усилением противоречий между странами-экспортерами и странами-импортерами. Определенный всплеск активности пришелся на 1970-х гг.. Сильнейшим драйвером этих событий выступили конфликты на Ближнем Востоке. В настоящее время нет никаких оснований полагать, что зародившиеся в результате геополитических маневров организации не руководствуются политическими мотивами при проведении своих исследований.

Доклады ведущих аналитических структур откровенно противоречат друг другу, являясь в результате не попыткой понять реальное положение вещей на энергетическом рынке, а, скорее, дезориентировать участников рынка и попытаться манипулировать их мнением. При этом спрос на качественные прогнозы относительно изменений на энергетических рынках резко растет, ведь их развитие перестает быть инерционным.

Использование прогнозов и данных международных организаций не обеспечивают имеющиеся потребности, кроме того эти прогнозы могут являться объектами манипуляции и политической (геополитической, экономической) конъюнктуры.

Источники данных

1. Афанасьева М.В., Белогорьев А.М., Станкевич Ю.А. Оценка корпоративной эффективности в ТЭК: методология и результаты /под. ред. В.В. Бушуева – М.: ИЦ «Энергия», 2014. – 188 с.;
2. Бушуев В.В., Конопляник А.А., Миркин Я.М. и др. Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз. М.: ИД «Энергия», 2013 – 344 с.;
3. Кризис 2010-х годов и Новая энергетическая цивилизация /под ред. В.В. Бушуева, М.Н. Муханова. М.: ИД «Энергия», 2013 – 234 с.;
4. Легостаев В.П., Лопота В.А. Луна - шаг к технологиям освоения Солнечной системы. М.: РКК «Энергия», 2011 – 584 с.;
5. Мастепанов А.М. Газогидраты: путь длиною в 250 лет (от лабораторных исследований до места в мировом энергетическом балансе). – М.: ИЦ "Энергия", 2014. – 272 с.;
6. Мастепанов А.М., Степанов А.Д., Горевалов С.В., Белогорьев А.М. Нетрадиционный газ как фактор регионализации газовых рынков / под. общ. ред. А.М. Мастепанова, А.И. Громова - М.: ИЦ «Энергия», 2013. – 124 с.;
7. Соловьев Д.А. Энергия гидросферы. /Под ред. проф. В.В. Бушуева – ИД «Энергия», 2011. – 182 с.
8. ТЭК и экономика России: вчера, сегодня, завтра (1990-2010-2030) / Под ред. Шафраника Ю.К. – М.: ИЦ «Энергия», 2011. – 488 с.
9. Шафраник Ю.К., Крюков В.А. Нефтегазовый сектор России: трудный путь к многообразию. М., 2016

Принятые сокращения

АГНКС	Автогазонаполнительные компрессорные станции
АО	Акционерное общество
АТР	Азиатско-Тихоокеанский Регион
АЭС	Атомная электростанция
БТЕ	Британские термические единицы (единица измерения)
ВВП	Валовой внутренний продукт
ВИНК	Вертикально интегрированная нефтяная компания
ВМСБ	Воспроизводство минерально-сырьевой базы
ВРП	Валовый региональный продукт
ВТО	Всемирная торговая организация
ГПЗ	Газоперерабатывающий завод
ГРП	Гидроразрыв пласта
ГРР	Геологоразведочные работы
ГТС	Газотранспортная система
ГТЭС	Газотурбинная электростанция
ГЭС	Гидроэлектростанция
ЕАЭС	Евразийский экономический союз
ЕС	Европейский Союз
ЕСГ	Единая система газоснабжения
ИНЭИ	Институт энергетических исследований РАН
ИЭС	Институт энергетической стратегии (ЗАО «ГУ ИЭС»)
КНР	Китайская народная республика
МГРП	Многостадийный гидроразрыв пласта
МПР	Министерство природных ресурсов
МЭА	Международное энергетическое агентство
МЭР	Министерство экономического развития
НГБ	Нефтегазоносный бассейн
НДД	Налог на добавленный доход
НДПИ	Налог на добычу полезных ископаемых
НДС	Налог на добавленную стоимость
НМТП	Новороссийский морской торговый порт
НСР	Начальные суммарные ресурсы
ОАО	Открытое акционерное общество
ОПЕК	Организация стран – экспортеров нефти (the Organization of Petroleum Exporting Countries – ОПЕК)
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПНГ	Попутный нефтяной газ
ППС	Паритет покупательной способности
РАН	Российская академия наук
РСПП	Российский союз промышленников и предпринимателей
РФ	Российская Федерация
РЭА	Российское энергетическое агентство
САЦ	Средняя Азия – Центр (система газопроводов)
СНГ	Содружество независимых государств
СНГ	Сжиженный нефтяной газ
СНиП	Собственные нужды и потери
СП	Совместное предприятие
СРП	Соглашение о разделе продукции
СУГ	Сжиженные углеводородные газы
ТЭС	Тепловая электростанция

ФИЭФ	Фонд «Институт энергетики и финансов»
ФО	Федеральный Округ
ФСТ	Федеральная служба по тарифам
ФСЭГ	Форум стран-экспортеров газа
ЦДУ ТЭК	Центральное Диспетчерское Управление Топливо-Энергетического Комплекса России
ЧДД	Чистый дисконтированный доход
ЯНАО	Ямало-Ненецкий автономный округ
ACER	Агентство по сотрудничеству энергетических регуляторов (Agency for the Cooperation of Energy Regulators)
CEER	Совет европейских регуляторов в области энергетики (Council of European Energy Regulators)
CEGH	Central European Gas Hub
CNPC	China National Petroleum Company (Китайская национальная нефтяная компания)
GTL	Gas to liquids (технологии производства синтетических топлив из газа)
EFET	Европейская ассоциация торговцев энергоносителями (European Federation of Energy Traders)
EIA	Управление энергетической информации Администрации США (Energy Information Administration)
ENTSOG	Европейская ассоциация операторов газотранспортных систем (European Network of Transmission System Operators for Gas)
IRR	Internal rate of return (Внутренняя норма рентабельности)
LPG	Liquefied petroleum gases (англ. аналог аббревиатуры СУГ)
NBP	National Balancing Point
NGL	Natural gas liquids (Жидкости, извлекаемые при переработке природного газа)
NPV	Net present value (Чистая приведенная стоимость)
SINOPEC	China Petroleum & Chemical Corporation (Китайская нефтяная и химическая корпорация)
TAPLine	Trans-Asia Gas Pipeline (Трансазиатский газопровод)

Авторский коллектив

Настоящий обзор подготовлен по инициативе Минэнерго России и Российского союза промышленников и предпринимателей.

При подготовке обзора были использованы исследования российского Института энергетической стратегии, Российского энергетического агентства при Минэнерго России, МЦУЭР под эгидой ЮНЕСКО, АО «Росинформуголь», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Газпром», Аналитического центра при Правительстве РФ и др.

Руководители работы – Молодцов К.В., Станкевич Ю.А.

Ответственные редакторы - Белогорьев А.М., Бушуев В.В, Плаксин А.В., Станкевич Ю.А.

Ограничение ответственности

Настоящий обзор носит научно-информационный характер и не может рассматриваться в качестве официальной позиции Российской Федерации по каким-либо из затрагиваемых в нем вопросов. Минэнерго России, РСПП и авторы обзора не несут ответственности за действия третьих лиц, которые могут быть предприняты на основании аналитических материалов, прогнозных данных, выводов и рекомендаций обзора.

Выходные данные (кто издатель, дата публикации)