



Институт энергетических исследований РАН
Аналитический центр при Правительстве РФ

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И РОССИИ до 2040 года



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПРОГНОЗ ПОДГОТОВЛЕН

ФГБУН «Институт энергетических исследований
Российской академии наук»

и Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации

Научный руководитель академик Макаров А.А.,
директор ИНЭИ РАН

Руководитель проекта к.э.н. Митрова Т.А.,
заведующая отделом ИНЭИ РАН

профессор Григорьев Л.М.,
главный советник руководителя Аналитического центра
при Правительстве РФ

член-корреспондент РАН Филиппов С.П.,
заместитель директора по науке ИНЭИ РАН

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

Архипов Н. А.	инженер-исследователь ИНЭИ РАН
Галкина А.А.	инженер-исследователь ИНЭИ РАН
Геллер Е.И.	мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Горячева А.О.	мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Грушевенко Е.В.	мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Грушевенко Д.А.	мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Елисеева О.А.	к.э.н., зав. лабораторией ИНЭИ РАН
Иващенко А.С.	независимый эксперт по макроэкономике
Козина Е.О.	научный сотрудник ИНЭИ РАН
Кулагин В.А.	начальник Центра изучения мировых энергетических рынков ИНЭИ РАН
Курдин А.А.	руководитель дирекции по стратегическим исследованиям в энергетике Аналитического центра при Правительстве РФ
Макарова А.С.	к.э.н., зав. лабораторией ИНЭИ РАН
Малахов В.А.	к.э.н., зав. отделом ИНЭИ РАН
Мельникова С.И.	научный сотрудник ИНЭИ РАН
Миронова И.Ю.	инженер-исследователь ИНЭИ РАН
Сорокин С.Н.	мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Струкова В.К.	научный сотрудник ИНЭИ РАН
Сурова Е.В.	инженер-исследователь ИНЭИ РАН
Тарасов А.Э.	к.т.н., ст. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Урванцева Л.В	ст. научный сотрудник ИНЭИ РАН
Хоршев А.А.	к.э.н., зав. лабораторией ИНЭИ РАН

СОДЕРЖАНИЕ

Основные выводы	3
Введение	5
1. Базовый сценарий – энергопотребление	9
Долгосрочные тенденции мировой энергетики	9
Демография.	11
Экономический рост	14
Потребление первичной энергии	18
Развитие электроэнергетики	21
Международная торговля.	23
Выбросы CO ₂	24
2. Базовый прогноз энергетических рынков	25
Рынок жидких топлив	26
Рынок газового топлива	41
Рынок твердых видов топлива	51
Атомная энергетика	56
Возобновляемые источники энергии	58
3. Влияние технологических прорывов на энергетические рынки	63
Роль технологий в развитии энергетики	63
«Сланцевый прорыв»	65
«Сланцевый провал».	71
Газ на транспорте.	76
Жидкие биотоплива	78
Электромобили.	79
Газовые гидраты.	84
Биогаз	85
4. Влияние рынков на энергетику и экономику России	87
Исходный сценарий развития экономики и энергетики России	88
Российские ресурсы на мировых энергетических рынках.	89
Прогнозный вариант развития экономики и энергетики России.	92
Приложения	95
Приложение 1. Методология	96
Приложение 2. Региональные балансы.	98
Приложение 3. Сравнение с другими прогнозами.	104



Основные выводы

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Затяжной характер текущего глобального кризиса повлек *снижение прогнозов роста экономики и энергопотребления*, при этом заметно ускорился рост доли развивающихся стран.
- На долгосрочную *перспективу сохранится доминирование ископаемых видов топлива при более медленном, чем в прошлом прогнозе, увеличении доли неуглеродных энергоресурсов*. «Сланцевый прорыв» на два-три десятилетия отодвинул казавшуюся близкой еще пять-семь лет назад угрозу истощения экономически приемлемых ресурсов нефти и газа и закрепил преимущественно углеводородный характер мировой энергетики. Доля нефти и газа в мировом потреблении первичной энергии останется практически неизменной (53,6% в 2010 г. и 51,4% к 2040 г.).
- Исследование динамики цен нефти и газа для различных сценариев *не выявило фундаментальных оснований для алармистских прогнозов – как слишком высоких, так и экстремально низких их значений в рассматриваемый период*. Во всех ситуациях, от дальнейшего успеха до возможного провала сланцевых технологий, балансовые цены нефти в 2040 г. не выйдут из диапазона 100–130 долл. (США 2010 г.) за баррель при хорошей корреляции с ними сильно дифференцированных по регионам цен газа (что отнюдь не исключает больших краткосрочных флуктуаций цен под действием политических и спекулятивных факторов).
- Невзирая на интеграцию рынков нефти и газа по мере роста международной торговли нефтью и сжиженным природным газом (СПГ), *усиливается тенденция к их регионализации с выходом на заметно отличающиеся уровни цен*.
- В рассматриваемой перспективе усиливается тенденция к регионализации рынков нефти и газа.
- Наиболее существенный прирост абсолютных объемов потребления и доли в первичном энергопотреблении обеспечит газ – *следующие 30 лет можно вполне обоснованно считать «эрой газа», однако у России есть риск упустить возникающие в связи с этим возможности*.
- В результате ожидаемых трансформаций мировой энергетики и особенно рынков углеводородов сами топливные рынки изменятся существенно, однако *заметно перераспределится соотношение сил ведущих участников этих рынков*, некоторые глобальные игроки получают дополнительные возможности влияния. При этом полученные результаты однозначно показывают, что *Россия в прогнозный период будет более чувствительна к негативным изменениям рыночной конъюнктуры*. В базовом сценарии экспорт нефти и газа на внешние рынки оказывается заметно ниже официальных отечественных прогнозов.
- Высокие затраты и действующая налоговая система ограничивают конкурентоспособность российских энергоресурсов на глобальных рынках. Российский ТЭК может столкнуться с жесткими ограничениями по внешнему спросу на энергоресурсы по приемлемым ценам, что обернется дополнительными рисками для энергетики и экономики России. *Исследование дало предварительные оценки последствий этого для экономического роста (замедление до одного процентного пункта в год) и возможных мер компенсации*.



Введение

ВВЕДЕНИЕ

Россия является одним из лидеров мировой энергетики и крупнейшим участником международных энергетических рынков. В экономике России топливно-энергетический комплекс (ТЭК) и экспорт его продуктов занимают уникальное положение, и их динамика прямо влияет на устойчивость национальной экономики. Поэтому адекватное видение развития данного сектора в долгосрочной перспективе имеет большое значение при прогнозировании и планировании развития экономики страны. Для правильной оценки перспектив ТЭК и разработки стратегии развития как энергетики, так и экономики страны важнейшим внешним параметром является исследование будущего мировой энергетики.

Ситуация в ней в последние годы претерпела серьезные изменения. Глобальный кризис сопровождался резкими скачками цен на углеводороды, произошли заметное замедление роста спроса и обострение конкуренции на традиционных энергетических рынках; а главное – новые технологии уже перекраивают международную торговлю топливом в неблагоприятном для России направлении. Поэтому нам сейчас больше, чем когда либо, нужны глубокие исследования возможных турбулентностей мировых энергетических рынков и разработка регулярных прогнозов мировой энергетики на собственной исследовательской базе.

Именно это понимание побудило Институт энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) и Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации (АЦ) подготовить «Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 г.». Предыдущий Прогноз от 2012 г. показал большую востребованность в России собственного обзора будущего мировой энергетики. В прошедшем году его материалы широко использовались в докладах представителей федеральных органов власти, руководства крупнейших российских компаний и обсуждались на научно-экспертных мероприятиях в России и за рубежом.

В новом выпуске Прогноза продлен временной горизонт, а также значительно развиты модельный аппарат и методологический подход. Основной упор сделан на исследовании конъюнктуры топливных рынков (жидких, газовых и твердых топлив), а не просто на прогнозе производства и потребления отдельных энергоносителей, и это представляется более правильным в условиях усиления межтопливной конкуренции.

Основная цель Прогноза-2013 – оценить естественные тренды мировых рынков углеводородов, а также их изменения при ожидаемых технологических прорывах и последствия для энергетики и экономики России. Для этого разработаны:

- 1) **базовый сценарий** развития мировой энергетики и топливных рынков – преимущественно на основе уже освоенных энергетических технологий;
- 2) **версии** базового сценария в случае успеха назревших технологических прорывов в производстве и потреблении углеводородов и их заменителей;
- 3) **прогнозы развития энергетики России** при рассмотренных трансформациях мировых топливных рынков с оценкой их влияния на экономику страны.

Базовый прогноз развития топливных рынков выполнен на блоке мировой энергетики модельно-информационного комплекса SCANNER [1] с существенно развитыми моделями рынков нефти [2, 3] и газа [4]. Новые возможности межтопливной конкуренции на транспорте и в электроэнергетике описаны по 86 узлам потребления жидких топлив (76 стран) и 192 узлам потребления газа (147 стран). Передовые технологии добычи и переработки традиционных и нетрадиционных ресурсов углеводородов рассмотрены по 778 месторождениям и районам добычи нефти и 504 районам добычи и месторождениям газа. Равновесия производства и потребления, а также балансовые цены топлив рассчитаны по всем региональным топливным рынкам; выполнен анализ их чувствительности к изменению наиболее важных ресурсных и технологических факторов и оценена роль основных участников рынков, в особенности российских.

Для оценки версий успеха технологических прорывов в модель включены варианты изменения объемов производства, потребления и замещения всех энергоресурсов при реализации новых технологий добычи нетрадиционных ресурсов нефти и газа, производства синтетического жидкого топлива и биотоплива, а также эффективных накопителей электроэнергии на транспорте (с оценкой необходимых для осуществления этих прорывов технико-экономических характеристик новых технологий). По итогам расчетов определены ожидаемые изменения конъюнктуры топливных рынков.

Прогнозы развития энергетики России выполнены на комплексе [1] для базового и экстремальных сценариев развития мировых рынков углеводородов с расчетом их влияния на внутренний спрос, производство и экспорт энергоресурсов и последствия для экономики.

Названные сценарии носят исследовательский характер: они показывают многообразие и, главное, возможные последствия вариантов развития – «развилки», перед которыми стоит мировая и российская энергетика.

По многим важным параметрам развития мировой энергетики и энергетических рынков Прогноз-2013 дал новые оценки, существенно отличные от нашего Прогноза-2012 и результатов, полученных рядом международных организаций. Эти отличия отмечаются и объясняются по тексту, назовем лишь наиболее важные из них:

- затяжной характер текущего глобального кризиса повлек снижение прогнозов роста экономики и энергопотребления так, что прошлогодние прогнозы на 2035 г. лишь с небольшим снижением сдвинулись на 2040 г. при одновременном ускорении роста доли развивающихся стран;
- минеральное органическое топливо останется доминантой мировой энергетики при более медленном, чем в прошлом Прогнозе, увеличении доли неуглеродных энергоресурсов. Продолжится (разными темпами) рост абсолютных размеров производства нефти, природного газа и угля;
- «сланцевая революция» на два-три десятилетия отодвинула казавшуюся близкой еще пять-семь лет назад угрозу исчерпания экономически приемлемых ресурсов нефти и газа. Это широко диверсифицировало

их по регионам мира, стимулируя регионализацию мировых рынков нефти при росте интеграции рынков газа благодаря взрывному росту торговли СПГ. В этих условиях некоторые глобальные игроки получают дополнительные возможности влиять на рынки углеводородов;

- исследование «горячей проблемы» динамики цен нефти и газа не выявило фундаментальных оснований для алармистских прогнозов в рассмотренный период – как слишком высоких, так и экстремально низких их значений. Во всех ситуациях, от дальнейшего успеха до возможного провала сланцевых технологий, балансовые цены нефти¹ в 2040 г. не выходили из диапазона 100–130 долл. (США 2010 г.) за баррель при хорошей корреляции с ними сильно дифференцированных по регионам цен газа. Но до 2025–30 гг. возможны и более широкие диапазоны колебаний трендов цен нефти;
- объективно благоприятные трансформации мировой энергетики, и особенно рынков углеводородов, оборачиваются дополнительными рисками для энергетики и экономики России. Получены предварительные оценки их последствий для экономического роста (замедление до одного процентного пункта в год) из-за уменьшения экспорта энергоресурсов и возможных мер компенсации;
- установлено, что в прогнозный период среди основных игроков на энергетических рынках Россия более чувствительна к негативным колебаниям рыночной конъюнктуры – снижению спроса, росту предложения и особенно – снижению цен. Поэтому в базовом сценарии размеры экспорта нефти и газа оказались заметно ниже рассматриваемых в отечественных прогнозах. Высокие затраты и действующая налоговая система ограничивают конкурентоспособность российских энергоресурсов на внешних рынках, и российский ТЭК впервые сталкивается со столь жесткими условиями.

Мы видим свою роль в первую очередь в том, чтобы стимулировать дискуссию относительно путей дальнейшего развития мировой энергетики и вариантов адаптации ТЭК и экономики России к меняющимся внешним условиям.

Академик А.А. Макаров,
профессор Л.М. Григорьев,
к.э.н. Т.А. Митрова

1 Они отражают фундаментальные тренды, что отнюдь не исключает больших флуктуаций цен под действием политических и спекулятивных факторов.



Базовый сценарий – энергопотребление

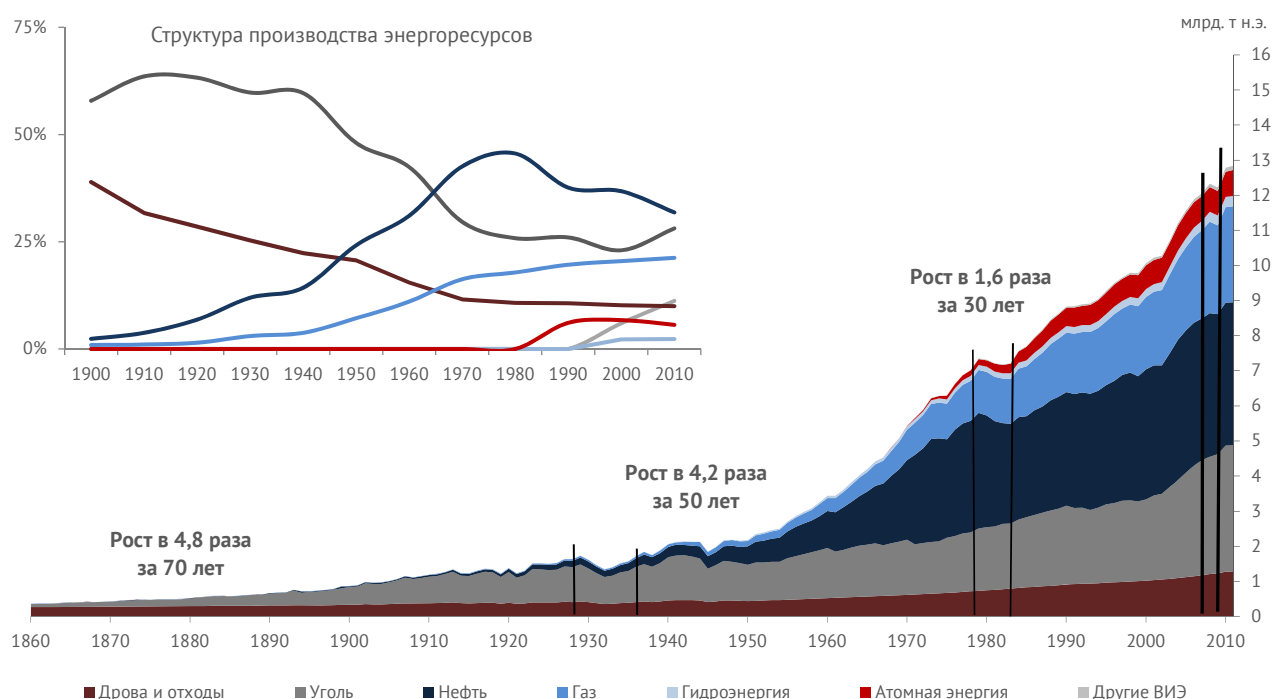
1. БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ – ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Долгосрочные тенденции мировой энергетики

В настоящее время происходит переход на следующий этап развития мировой энергетики, характеризующийся очередным удвоением цен и более умеренным ростом энергопотребления.

За последние 150 лет энергетика мира выросла в 35 раз и прошла три этапа развития так, что длительность этапов последовательно уменьшалась (70, 50 и 30 лет), удваивались цены топлива и замедлялся рост энергопотребления (в 4,8, 4,2 и 1,6 раза), а в конце каждого этапа наблюдался кризисный спад спроса на энергию (Рисунок 1.1). Текущее замедление глобального энергопотребления может сигнализировать о том, что мировая энергетика находится в очередной переходной точке. Анализ полученных в Прогнозе результатов укрепляет мнение о наступлении следующего (четвертого) этапа развития мировой энергетики, характеризующегося умеренным ростом энергопотребления.

Рисунок 1.1 – Этапы развития мировой энергетики



Источник: ИНЭИ РАН

Ключевой для любого энергетического прогноза показатель – спрос на энергию – естественно (но не однозначно) определяется динамикой развития демографии и экономики страны, региона или мира в целом. Очевидно, что основной драйвер роста энергопотребления – повышение благосостояния растущего населения. При этом главным демографическим показателем является численность населения, а развитие экономики с некоторой условностью характеризует валовой внутренний продукт (ВВП)¹. Соответственно, ключевыми для прогноза удельными показателями являются душевое энергопотребление и энергоемкость ВВП.

1 Большая детализация демографических и экономических показателей не гарантирует повышения точности прогноза энергопотребления, а переносит проблему на погрешность определения их будущих значений.

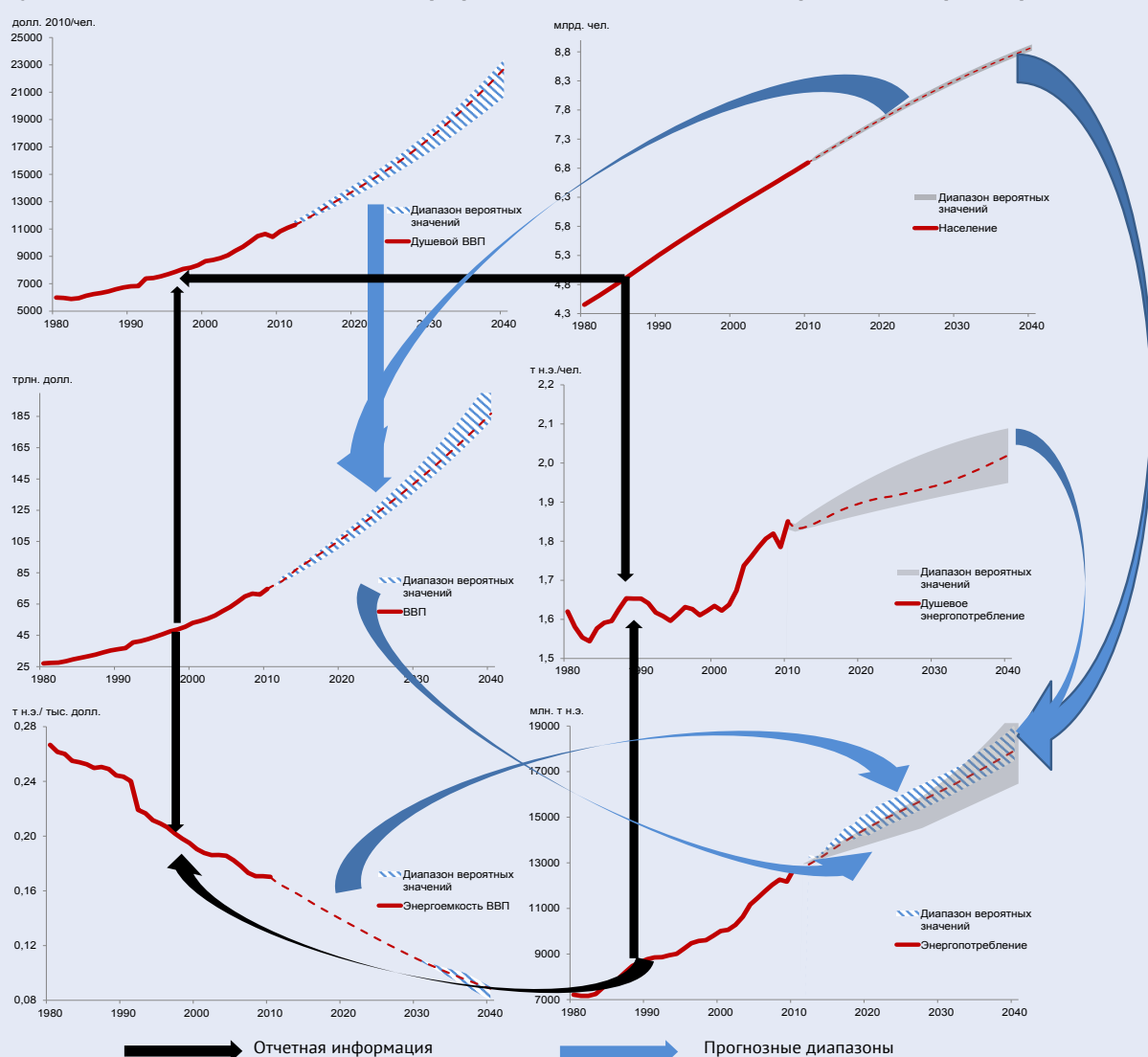
Наш подход совмещает демографический и экономический прогнозы энергопотребления

Наш подход совмещает демографический и экономический прогнозы энергопотребления. Сначала по каждой из 67 групп стран на основе данных ООН по динамике населения согласуются между собой прогнозы а) по душевому энергопотреблению и б) по душевому ВВП и энергоёмкости ВВП. Поскольку результатом прогноза по обоим методам являются диапазоны, в пределах которых отклоняются тренды, для получения прогнозных оценок решается задача оптимизации. Она состоит в поиске таких трендов в двух диапазонах, разница между которыми минимальна. Затем суммы страновых прогнозов взаимно корректируются с независимым мировым прогнозом энергопотребления.

Методология прогнозирования спроса на энергию

При прогнозировании энергопотребления использованы тренды роста численности населения, экономики и энергетики для 67 групп стран и мира в целом за последние 30 лет. Основой Прогноза-2013 послужил средний сценарий прогноза народонаселения ООН² – см. Рисунок 1.2.

Рисунок 1.2 – Схема совмещения демографического и экономического прогнозов энергопотребления



Источник: ИНЭИ РАН

По нему и экстраполированным трендам среднедушевых показателей для каждой группы стран определены статистические тренды и доверительные интервалы будущих значений ВВП, а также потребления первичной энергии, электроэнергии и нефтепродуктов. Дублирующие прогнозы спроса сделаны аналогично на

2 World Population Prospects, the 2010 Revision, UN Population Division.

основе постранных трендов объемов и энергоемкости ВВП (Рисунок 1.2). Принятые в Прогнозе-2013 значения получены согласованием в пределах доверительных интервалов (по критерию минимума относительных отклонений от трендов всех прогнозируемых показателей) размеров энергопотребления, во-первых, по каждой группе стран при его расчете по душевому потреблению и по энергоемкости ВВП и, во-вторых, суммы спроса всех групп стран и независимых демографического и экономического прогнозов мирового энергопотребления. Полученные в Прогнозе-2013 отклонения от исторических трендов основных социальных характеристик энергетики – душевого энергопотребления и энергоемкости ВВП – получили удовлетворительное объяснение по миру в целом и для основных рынков углеводородов в частности.

Оценка прогностических свойств названных показателей, сделанная для мира в целом на данных с 1955г.³ (период вдвое больше нашего прогнозного периода), выявила следующие проблемы.

Динамика численности населения мира хорошо описывается линейной зависимостью, и лишь после 2030г. от нее отклоняется средний прогноз ООН, принятый нами в качестве базы для расчетов энергопотребления. Динамика же душевого энергопотребления неплохо описывается степенной и хуже – линейной зависимостями, но их расхождение к 2040г. достигает 15% и не позволяет доверять лишь демографическому прогнозу энергопотребления.

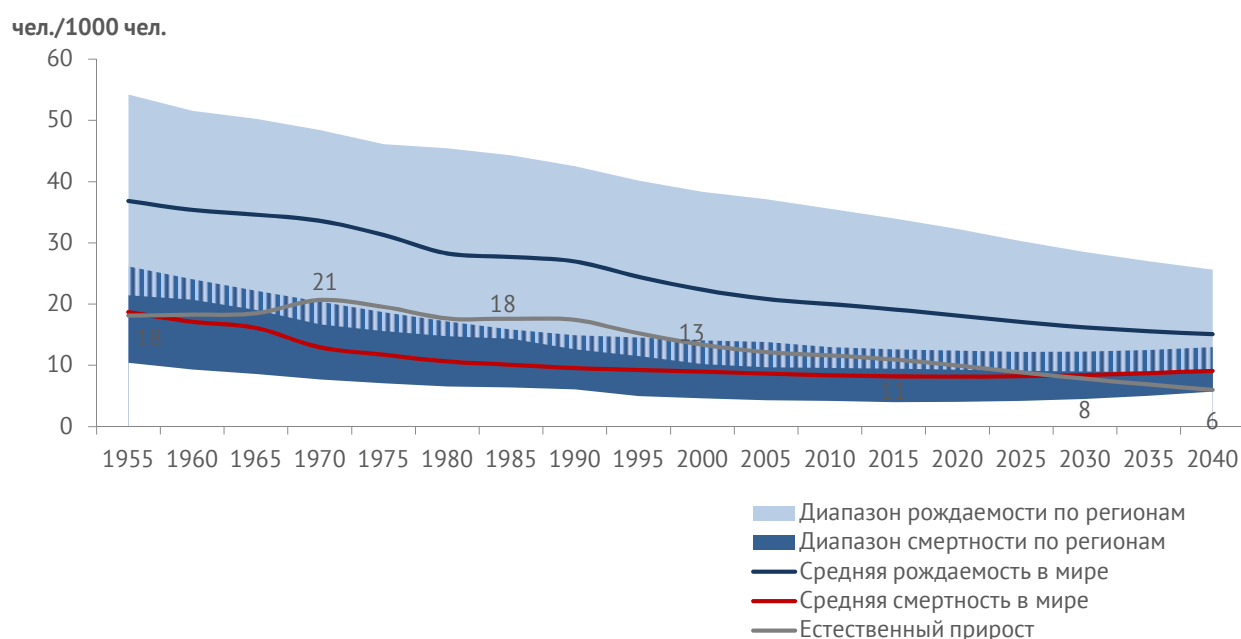
Напротив, *ретроспектива ВВП* хорошо описывается степенной и приемлемо – линейной зависимостями, но эти тренды дают более чем двукратное расхождение значений ВВП в 2040г. *Экономическому прогнозу* энергопотребления не помогает даже отличная прогнозируемость *энергоемкости ВВП* – уже более полувека она почти монотонно уменьшается на 1,2% в год.

Демография

К 2040г. закончится **демографический переход**, в результате естественный прирост населения снизится вдвое, что объясняет замедление роста энергопотребления.

По последнему демографическому прогнозу ООН, к 2040г. население планеты достигнет 8,9 млрд человек при существенном изменении его качественных характеристик. Уже в основном закончится так называемый **демографический переход** от высокого к низкому уровням рождаемости и смертности, который уже почти завершился в развитых странах (Рисунок 1.3). В результате прирост населения, пик которого пришелся на 1970–е гг., снизится по сравнению с текущим вдвое. Этим во многом объясняется ожидаемое замедление роста энергопотребления.

Рисунок 1.3 – Мировой демографический переход



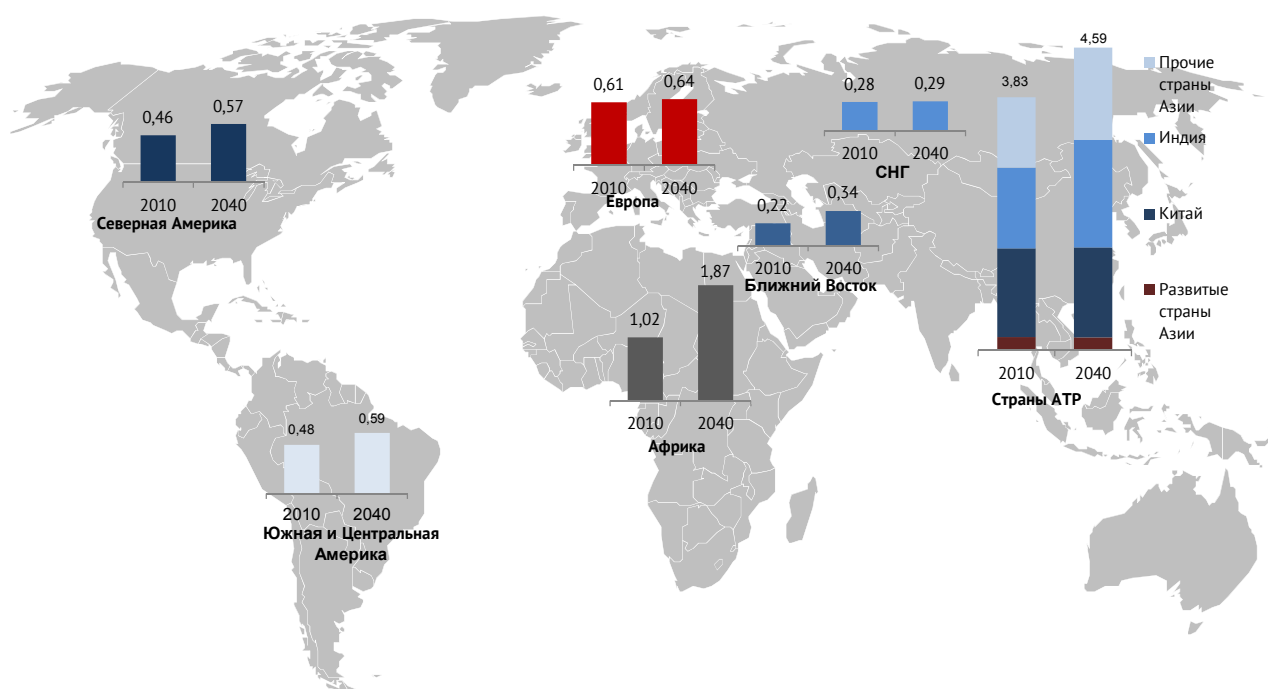
Источник: ООН

³ До этого периода демографические, энергетические и особенно экономические (ВВП) данные весьма условны и разрозненны, а энергетика мира еще не оформилась как единая система.

К 2040 г. 73% населения Земли будет жить в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Африке. Самой населенной страной к этому времени станет Индия.

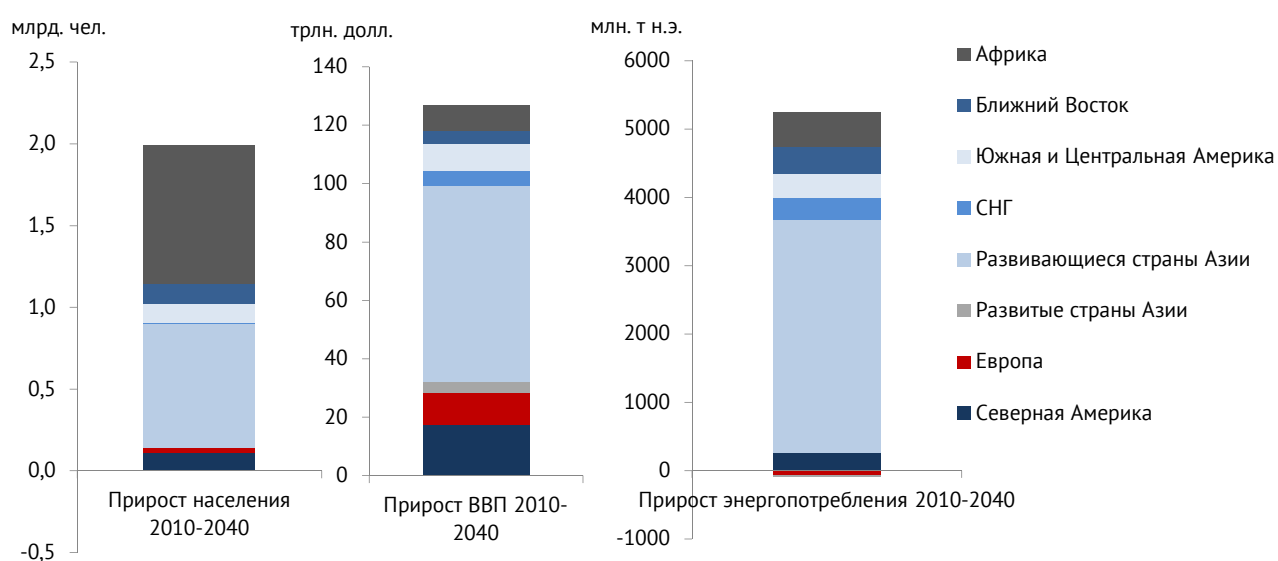
Основной прирост населения смещается в Африку (где прирост составит 83%) и Индию (33%), тогда как численность населения Китая в силу политики «одна семья – один ребенок» практически не изменится. 90% абсолютного прироста населения мира придется на остальные развивающиеся страны Азии (Рисунок 1.4), что будет важнейшим драйвером спроса на энергию (Рисунок 1.5). К 2040 г. 73% населения Земли будет жить в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Африке, а самой населенной страной станет Индия. Из стран ОЭСР существенный прирост населения (24%) предполагается только в Северной Америке. Для России принята динамика общей численности населения по официальному прогнозу.

Рисунок 1.4 – Численность населения по регионам мира, млрд чел.



Источник: ООН

Рисунок 1.5 – Прирост населения, ВВП и энергопотребления по регионам мира



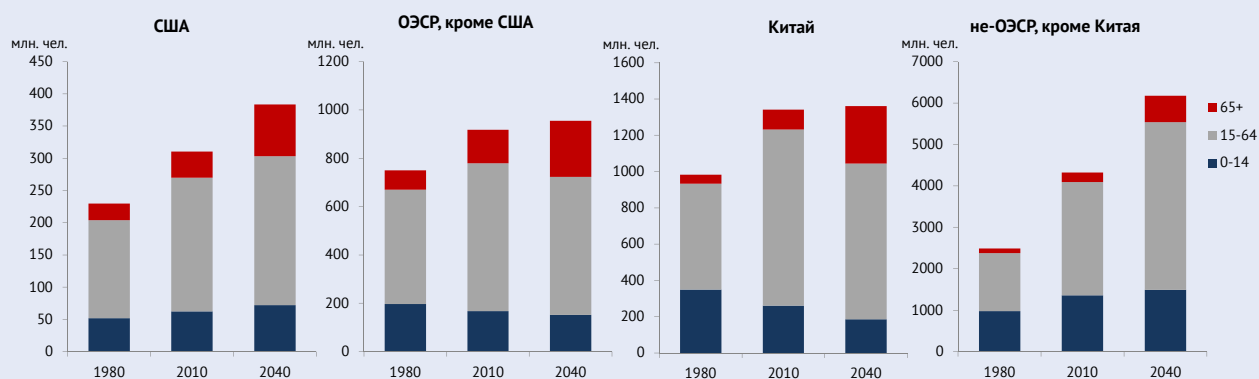
Источник: ИНЭИ РАН

Влияние демографических факторов на ВВП и энергопотребление

Из демографических характеристик, влияющих на энергопотребление, особую роль играет доля трудоспособного населения в возрасте от 15 до 64 лет, поскольку именно оно определяет темпы экономического роста и, соответственно, спроса на энергию (Рисунок 1.6).

Больше всего рабочих рук потеряют развитые страны Азии (-18%), СНГ (-8%) и Европа (-6%). Самые высокие темпы прироста трудоспособного населения к 2040г. ожидаются в Африке (100%), на Ближнем Востоке (63%) и в Латинской Америке (25%), а недавний лидер – развивающиеся страны Азии – покажет лишь 19% роста. Северная Америка при неплохой прибавке трудоспособного населения (15%) столкнется с существенным увеличением числа пожилых граждан (на 113%). В Китае ожидаются стабилизация, а после 2020г. – сокращение численности трудоспособного населения. В сочетании со стремительным увеличением доли населения старше 65 лет это будет иметь серьезные последствия для динамики развития экономики и энергопотребления страны.

Рисунок 1.6 – Динамика трудоспособного населения по регионам мира, млн чел.

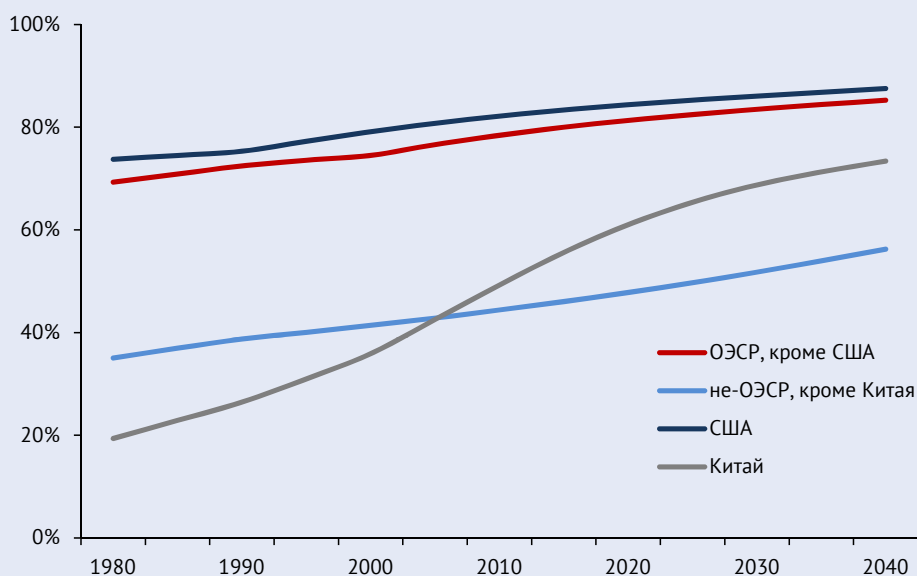


Источник: Всемирный Банк

Напрямую связана с количеством и качеством трудоспособного населения внутренняя и внешняя миграция. До конца прогнозного периода регионами-донорами по-прежнему останутся Африка, развивающиеся страны Азии, Латинская Америка и СНГ, а регионами-реципиентами – Северная Америка, Европа, в меньшей степени – Ближний Восток и развитые страны Азии.

Еще один значимый фактор при оценке энергопотребления – рост городского населения за счет оттока из сельских районов, что меняет не только размеры, но и характер потребления к большей централизации и концентрации энергоснабжения (Рисунок 1.7). В региональном разрезе самый высокий прирост городского населения к 2040г. покажут развивающиеся страны, среди которых лидирует Китай (на 24% к 2010г.). Далее с большим отрывом следуют Индия, Африка и прочие развивающиеся страны Азии (13–14% прироста городского населения). Развитые страны практически исчерпали возможности урбанизации, и для них этот фактор перестает играть существенную роль в прогнозировании энергопотребления.

Рисунок 1.7 – Доля городского населения по регионам мира



Источники: ООН, ИНЭИ РАН

Экономический рост

Прогноз развития экономики выполнен в терминах динамики объема ВВП на основе прогноза численности населения рассматриваемых групп стран и ожидаемых изменений душевого ВВП (Рисунок 1.2), который в значительной мере связан с возрастом и типом расселения людей.

В предстоящие 30 лет нет серьезных оснований надеяться на сохранение и тем более ускорение темпов роста мирового ВВП относительно предыдущего периода. Тому противодействуют снижение интенсивности основных факторов производства, замедление роста населения, ограничение возможностей прироста территорий с ужесточением проблемы водоснабжения, удорожание основных природных ресурсов (в частности, очередное удвоение цен углеводородов относительно средних за последние 30 лет). Сомнительно, что даже успешный технологический прогресс полностью компенсирует эти негативные процессы. При этом несомненна качественная разнонаправленность развития экономики стран, особенно развитых и развивающихся.

Экономический рост в развитых странах основан на продолжении тенденций и параметров постиндустриального развития с дальнейшим сдвигом в сферу услуг.

Прогноз экономического роста в развитых странах базируется в основном на продолжении тенденций и параметров постиндустриального развития с дальнейшим сдвигом в сферу услуг (развитие здравоохранения при росте продолжительности жизни и т.п.). Относительно медленные темпы роста предполагают концентрацию капитала в большей степени на росте эффективности и производительности, нежели приросте мощностей. В случае постановки (политически) задачи на сохранение климата и ресурсосбережение развитие может приобрести характер поддержания образа жизни при более жестких ресурсных ограничениях.

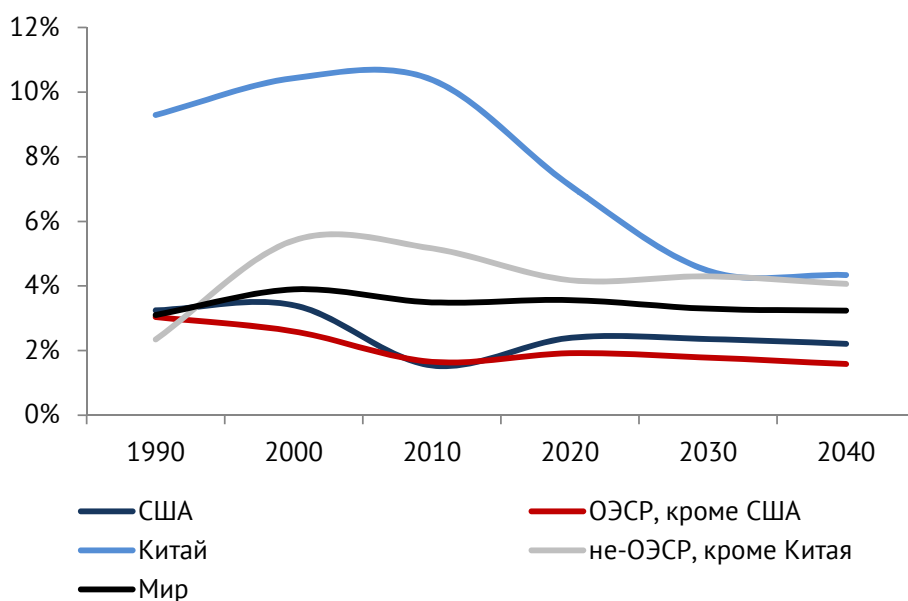
В долгосрочной перспективе тенденция выравнивания глобального развития на все более общей технологической базе будет сохраняться, но степень сближения чрезвычайно различается. В развивающемся мире сохранится огромное расслоение. Выделились быстрорастущие страны, группа стран с большими стартовыми проблемами и около тридцати стран – с критически низким ростом по отношению к уровню ВВП на душу населения.

Будущее экономики Китая – темпы роста, социально-политическая устойчивость, выравнивание социальной структуры за пределами 2020 г. – самая большая неопределенность долгосрочного экономического прогнозирования.

В развивающемся мире выделяется **Китай** с его уникальной моделью стагнации численности населения. С учетом предполагаемого удвоения ВВП на душу населения ожидается изменение социальной структуры общества на базе массовой «состоятельности», обещанной населению страны. Степень успеха предполагаемой модели развития экономики будет иметь критическое значение для темпов роста Китая и всего мира.

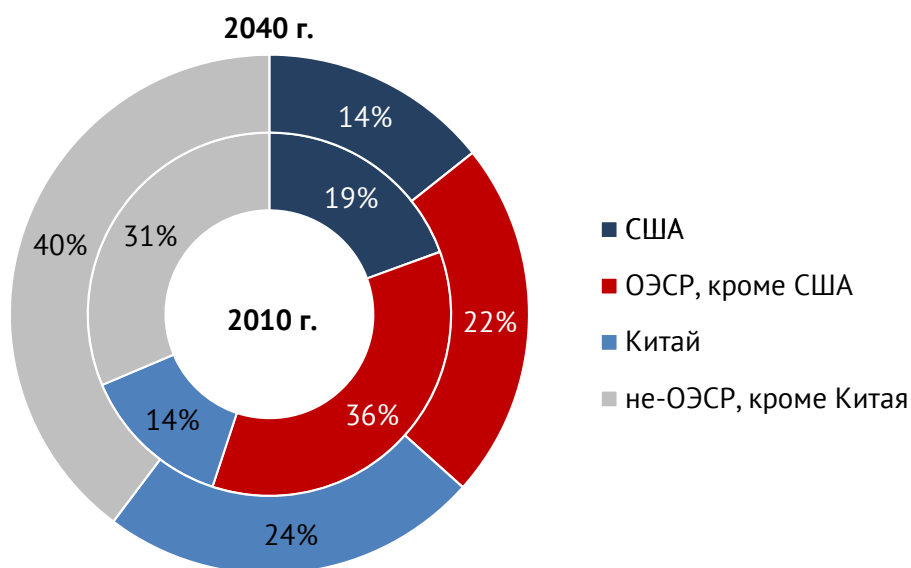
Остальные развивающиеся страны приходится для простоты объединять, хотя они расколоты на несколько групп. Общие показатели для этой массы государств – темпы роста ВВП выше развитых стран, но ниже китайских (Рисунок 1.8). Это большая часть мира по населению – и в ней продолжается демографический рост (более 1% в год), сохраняются проблемы как бедности и острого социального неравенства, так и сложности перехода на новые (дорогостоящие) эффективные технологии.

Рисунок 1.8 – Среднегодовые темпы роста ВВП по регионам



Источник: АЦ при Правительстве РФ

Рисунок 1.9 – Структура мирового ВВП по регионам



Источник: АЦ при Правительстве РФ

К 2018 г. Китай станет первой по размерам экономикой мира, в то время как США и остальные страны ОЭСР заметно снизят свою долю в мировом ВВП (Рисунок 1.9 и Таблица 1.1).

Китай в прогнозируемой перспективе ускоренными темпами наращивает душевой ВВП, сближаясь к концу периода с показателями стран ОЭСР (Рисунок 1.10).

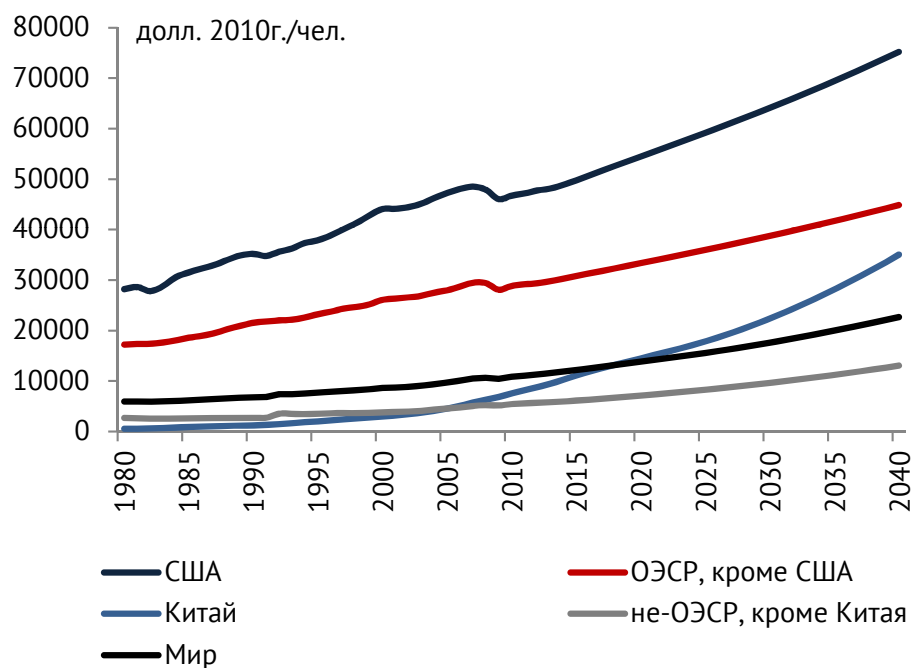
Следует отметить, что подготовленный прогноз мировой экономики хотя и является достаточно сдержанным, тем не менее, не отличается радикально от макроэкономических прогнозов других организаций (Таблица 1.2).

Таблица 1.1 – Изменение доли стран в мировом ВВП

Рейтинг по ВВП (ППС) на 2010г.			Рейтинг по ВВП (ППС) на 2040г.		
		Доля в ВВП в 2010г.			Доля в ВВП в 2040г.
	ЕС-27	20%	1	Китай	24%
1	США	19%	2	США	14%
2	Китай	14%		ЕС-27	12%
3	Япония	6%	3	Индия	10%
4	Индия	5%	4	Бразилия	3%
5	Германия	4%	5	Россия	3%
6	Россия	3%	6	Япония	3%
7	Великобритания	3%	7	Германия	2%
8	Бразилия	3%	8	Великобритания	2%
9	Франция	3%	9	Мексика	2%
10	Италия	2%	10	Франция	2%

Источник: АЦ при Правительстве РФ

Рисунок 1.10 – Душевой ВВП (ППС) по миру и регионам



Источник: ИНЭИ РАН, АЦ при Правительстве РФ

Таблица 1.2 – Сравнение последних долгосрочных прогнозов среднегодовых приростов ВВП (постоянные доллары США по ППС)

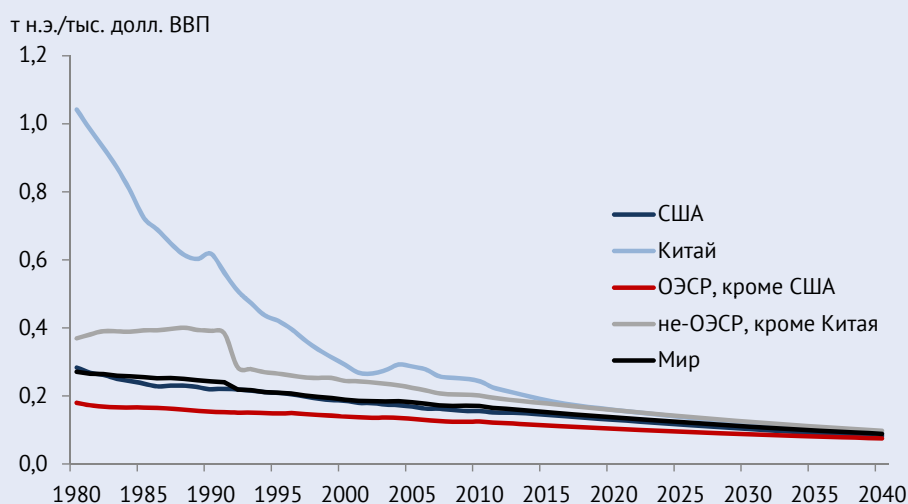
Прогноз	Временной период	Среднегодовые темпы роста мирового ВВП
IMF (\$2010), UN	1980-2010	3,5%
IEA WEO New Policies 2012, \$2011	2010-2035	3,5%
ExxonMobil 2013, \$2005	2010-2035	2,8%
DOE 2011, \$2005	2008-2035	3,4%
Oxford Economics	2010-2035	4,0%
АЦ-2013 оптимистический	2010-2035	3,7%
АЦ-2013 пессимистический	2010-2040	3,3%
Прогноз-2013 \$2010	2010-2035	3,4%
Прогноз-2013 \$2010	2010-2040	3,4%

Источники: ИНЭИ РАН, АЦ при Правительстве РФ

Предпосылки базового сценария

Базовый сценарий развития мировой энергетики основан на предположении **отсутствия сколько-нибудь значимых технологических революций и прорывов**. Заложен естественный ход научно-технического прогресса (НТП), который обеспечивает сложившиеся тренды снижения энергоемкости ВВП стран и регионов с тенденцией к их сближению к концу прогнозного периода (Рисунок 1.11).

Рисунок 1.11 – Динамика энергоемкости ВВП по регионам мира

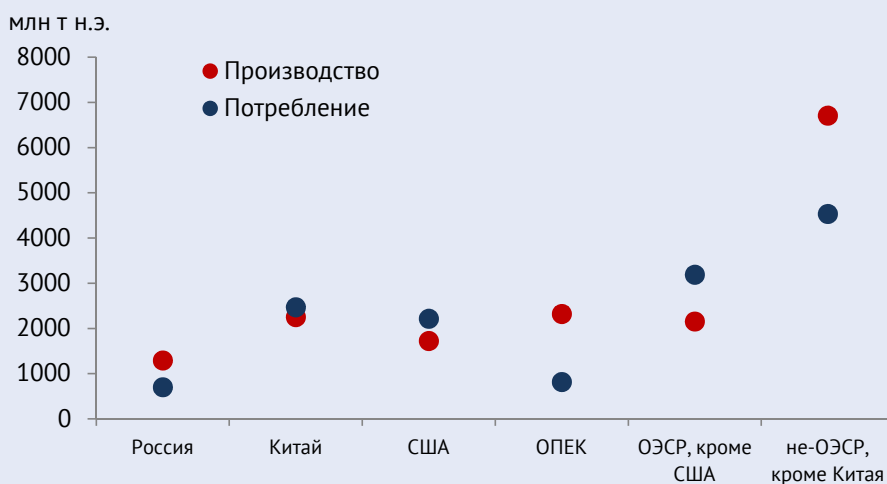


Источник: ИНЭИ РАН

В базовом сценарии **не предполагается радикальных изменений институтов на энергетических рынках** (смены «правил игры») при определенных их усовершенствованиях, направленных на повышение эффективности функционирования рынков энергии с учетом интересов основных игроков.

В рамках анализа структуры наиболее важных для России рынков углеводородов (страны СНГ, Европы и Северо-Восточной Азии) выделены крупнейшие игроки (стейкхолдеры), чьи приоритеты и стратегии существенно влияют на конъюнктуру этих рынков (Рисунок 1.12).

Рисунок 1.12 – Размеры производства и потребления первичной энергии основными игроками мировых энергетических рынков в 2010 г.



Источник: ИНЭИ РАН

В базовом сценарии **предполагается также сохранение текущих приоритетов энергетической политики этих игроков и уже принятых мер их реализации**. Крупные импортеры (большинство стран ОЭСР, Китай, прочие развивающиеся страны Азии) заинтересованы в умеренных ценах на энергоресурсы, что полезно их экономикам. Экспортеры энергоресурсов – в основном страны ОПЕК и СНГ – стремятся максимизировать доходы от экспорта (Рисунок 1.13).

Энергетическая безопасность как важнейшая цель энергетической политики определяется уровнем зависимости стран от внешних поставок и вероятностью перебоев в них. По мере усиления импортозависимости более актуальным становится курс на энергетическую самодостаточность, обеспечиваемую собственными ресурсами (включая возобновляемые) и добычей национальных компаний за рубежом. Для экспортеров энергетическая безопасность отражает не только поставки на внутренний рынок, но и стабильность продаж за рубеж ввиду высокой зависимости бюджетов этих стран от экспортных поступлений.

Повышенный интерес к ВИЭ сохраняется, прежде всего, в странах ОЭСР и в развивающихся странах – импортерах энергоресурсов, которые ищут способ снижения зависимости от внешних поставок и одновременно рассматривают варианты снижения выбросов CO₂.

Рисунок 1.13 – Приоритеты энергетической политики отдельных игроков энергетического рынка

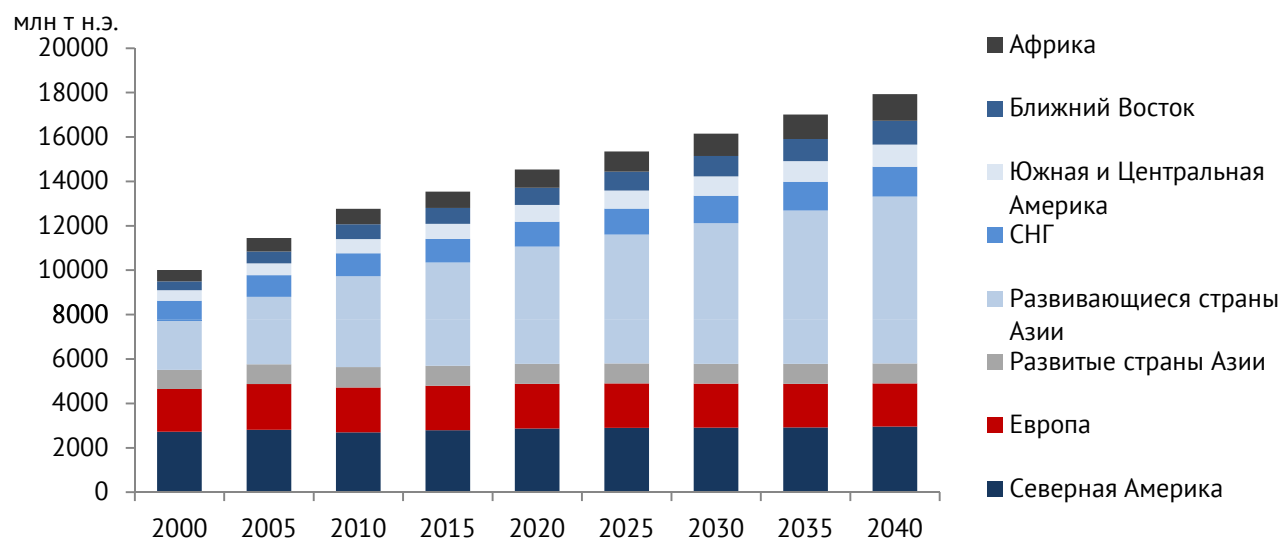


Источник: ИНЭИ РАН

Потребление первичной энергии

Динамика энергопотребления по группам стран и миру в целом определена взаимным согласованием демографического (по численности населения и душевому энергопотреблению) и экономического (по росту ВВП и его энергоемкости) прогнозов. Расход первичной энергии в мире увеличится в 2010–40 гг. на 40% (или в среднем на 1,1% ежегодно), что вдвое меньше среднегодовых приростов ВВП и заметно медленнее роста энергопотребления в последние 30 лет (Рисунок 1.14).

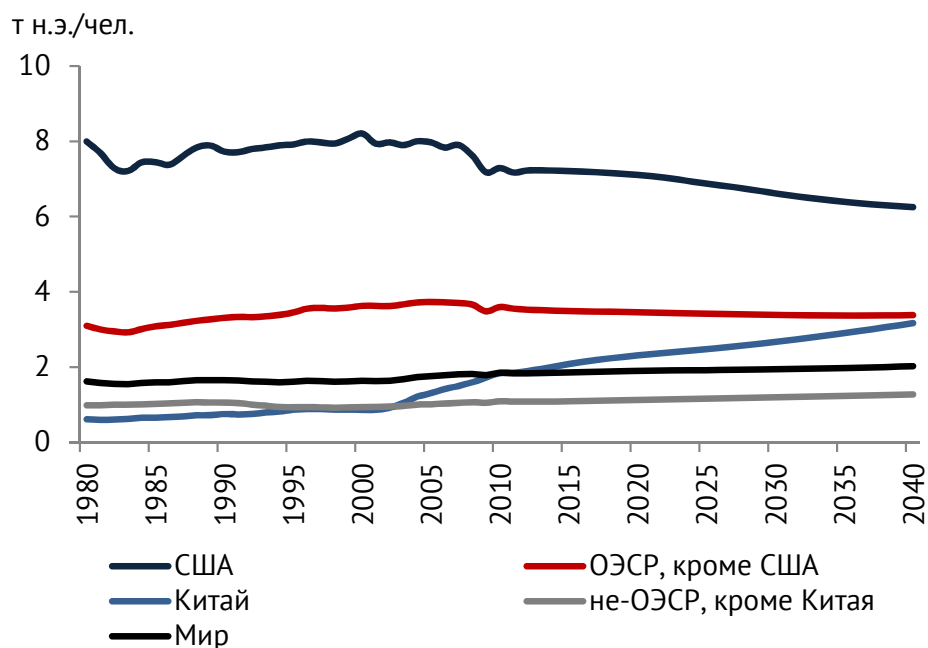
Рисунок 1.14 – Потребление первичной энергии по регионам мира, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

При этом если США и остальные развитые страны будут демонстрировать снижение душевого энергопотребления, то Китай, напротив, будет стремительно повышать этот показатель (Рисунок 1.15).

Рисунок 1.15 – Душевое энергопотребление по миру и группам стран

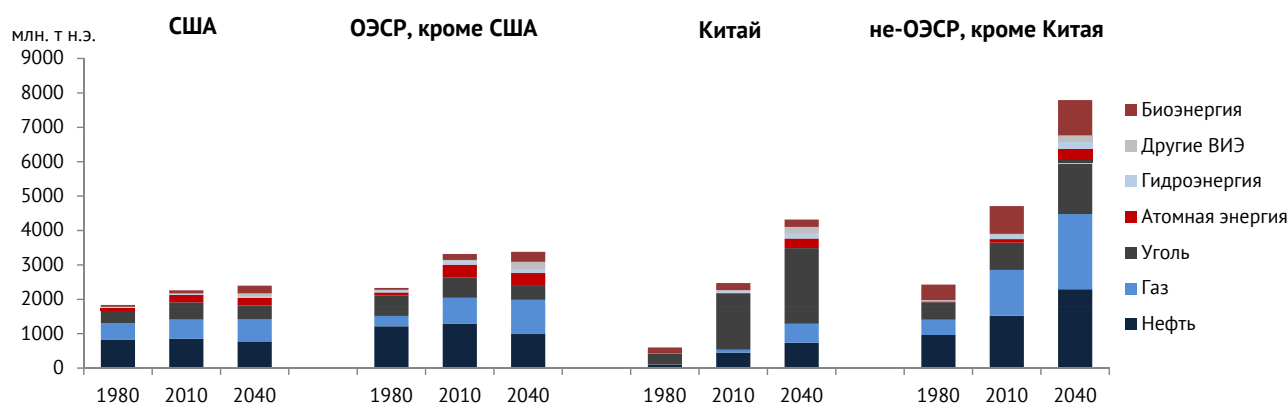


Источник: ИНЭИ РАН

Заметно меняется размещение энергопотребления (Рисунок 1.14): с ростом населения в развивающихся странах идет все более активное смещение туда центров энергопотребления, в то время как развитые страны к 2040 г. повысят потребление лишь на 3%, а США и остальные страны ОЭСР после 2020 г. практически остановят рост спроса на энергию.

Китай сохранит абсолютные приросты: в 1980–2010 гг. и 2010–2040 гг. они практически равны (1873 и 1847 млн т н.э. соответственно), а среднегодовые темпы роста снизятся с 4,8% до 1,9%). Остальные развивающиеся страны дадут полуторный рост: при замедлении темпов роста их абсолютный прирост увеличится с 2283 млн т н.э. в 1980–2010 гг. до 3120 млн т н.э. к 2040 г. и обеспечит 60% мирового прироста первичного энергопотребления. Удовлетворение регионального спроса на первичную энергию потребует увеличения потребления всех видов топлива (Рисунок 1.16).

Рисунок 1.16 – Потребление первичной энергии по регионам и видам топлива, базовый сценарий



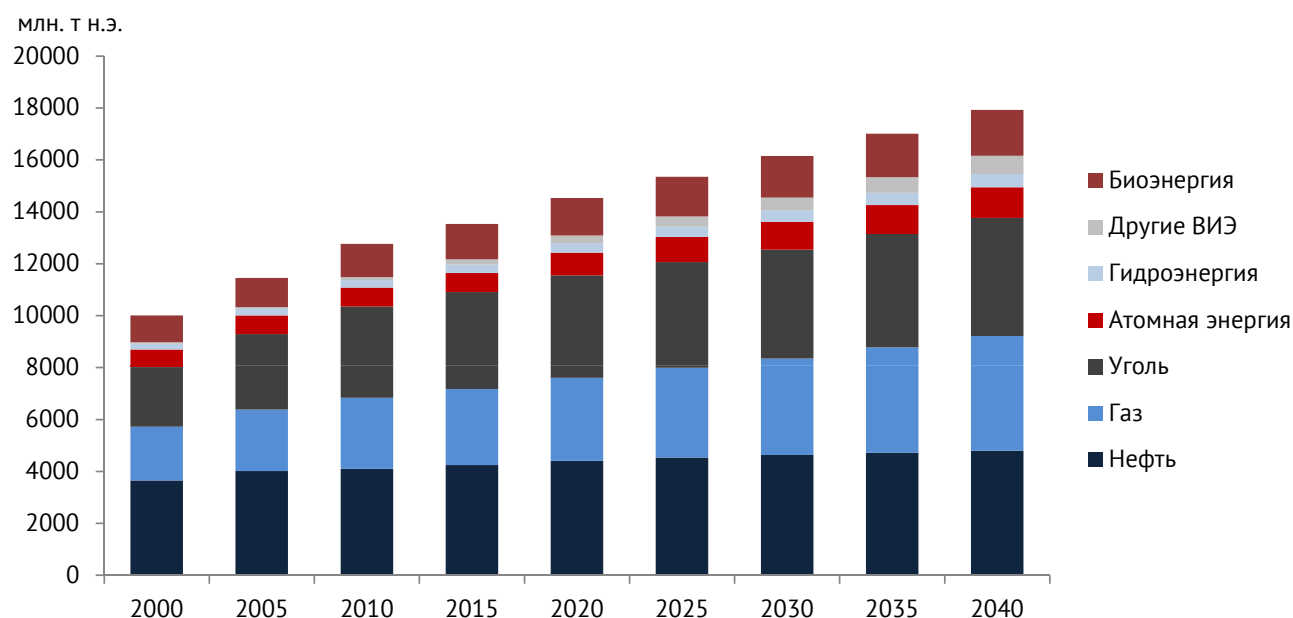
Источник: ИНЭИ РАН

На долгосрочную перспективу сохранится безоговорочное доминирование ископаемых видов топлива, доля нефти и газа в мировом потреблении первичной энергии останется практически неизменной (53,6% в 2010 г. и 51,4% к 2040 г.).

Структура мирового энергопотребления будет становиться все более диверсифицированной и сбалансированной: к 2040 г. происходит постепенное выравнивание долей ископаемых видов топлива (нефть – 27%, газ – 25%, уголь – 25%) и неископаемых (в сумме 23%), что свидетельствует о развитии межтопливной конкуренции и повышении устойчивости энергоснабжения.

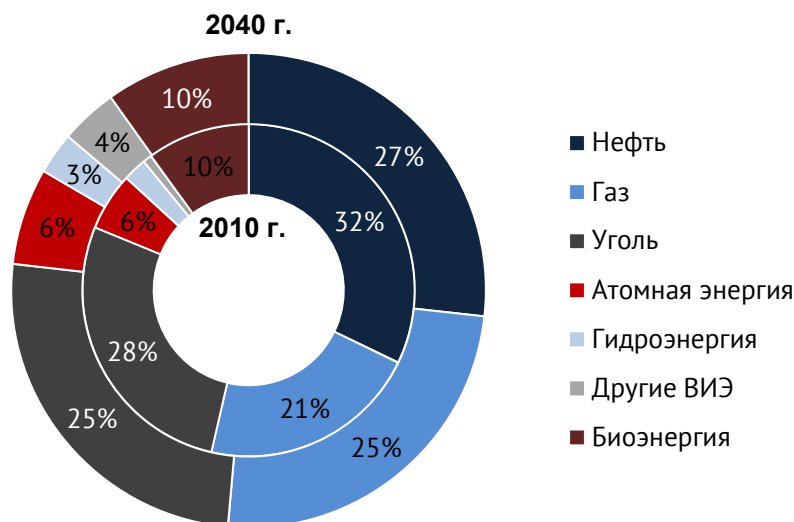
При этом в тридцатилетней перспективе не ожидается радикальных изменений глобальной топливной корзины – мир по-прежнему не готов снизить зависимость от ископаемых видов топлива (Рисунок 1.17 и 1.18). Углеводороды сохраняют безусловное доминирование в топливной корзине – их доля в 2040 г. будет составлять 51,4%, что практически соответствует 53,6% в 2010 г. Однако при этом по отдельным видам углеводородного сырья произойдут серьезные изменения. Наиболее сильные связаны с нефтью – ее доля в потреблении первичной энергии за этот период сократится с 32% до 27%.

Рисунок 1.17 – Потребление первичной энергии в мире по видам топлива, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 1.18 – Структуры потребления первичной энергии по видам топлива в мире на 2010 и 2040 гг., базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Доля угля, который демонстрировал наиболее высокие темпы роста в первое десятилетие XXI века, снизится с 28% до 25% – в основном по экологическим соображениям, которые ограничат его использование не только в развитых, но и в развивающихся странах.

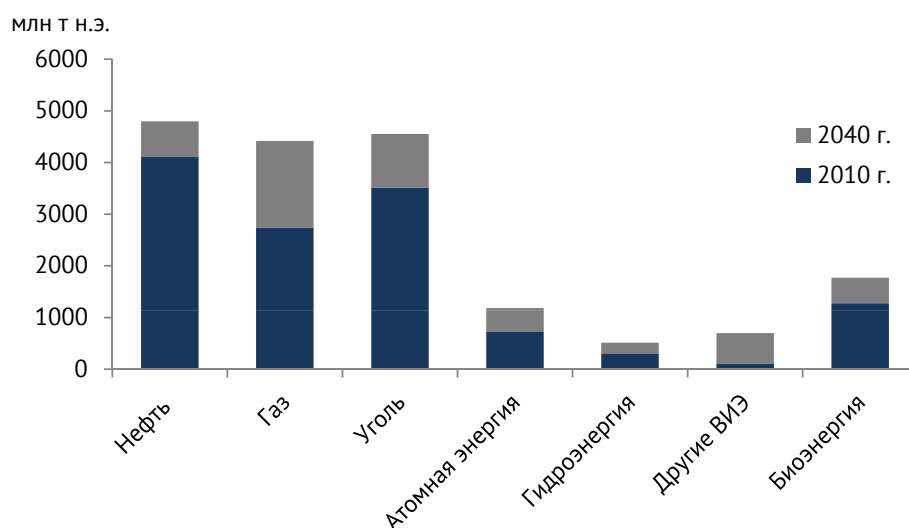
В развитии атомной энергетики в нашем Прогнозе по сумме страновых прогнозов принят умеренный оптимизм: ее доля не изменится (6%) при заметном росте абсолютных размеров.

Самые высокие темпы роста в прогнозный период имеют возобновляемые источники энергии (без учета гидроэнергии, но с учетом биотоплива): к 2040 г. на них придется 13,8% мирового энергопотребления и 12,5% выработки электроэнергии (против 10,9% и 3,7% в 2010 г.). Новый тренд обеспечат некоторое удешевление технологий и активная господдержка в развивающихся странах.

Однако по абсолютным объемам прироста потребления и расширению своей ниши в топливной корзине будет лидировать газ (Рисунок 1.19), именно он станет наиболее востребованным видом топлива в ближайшие 30 лет.

Газ станет наиболее востребованным видом топлива в ближайшие 30 лет.

Рисунок 1.19 – Прирост потребления первичной энергии по видам топлива, базовый сценарий



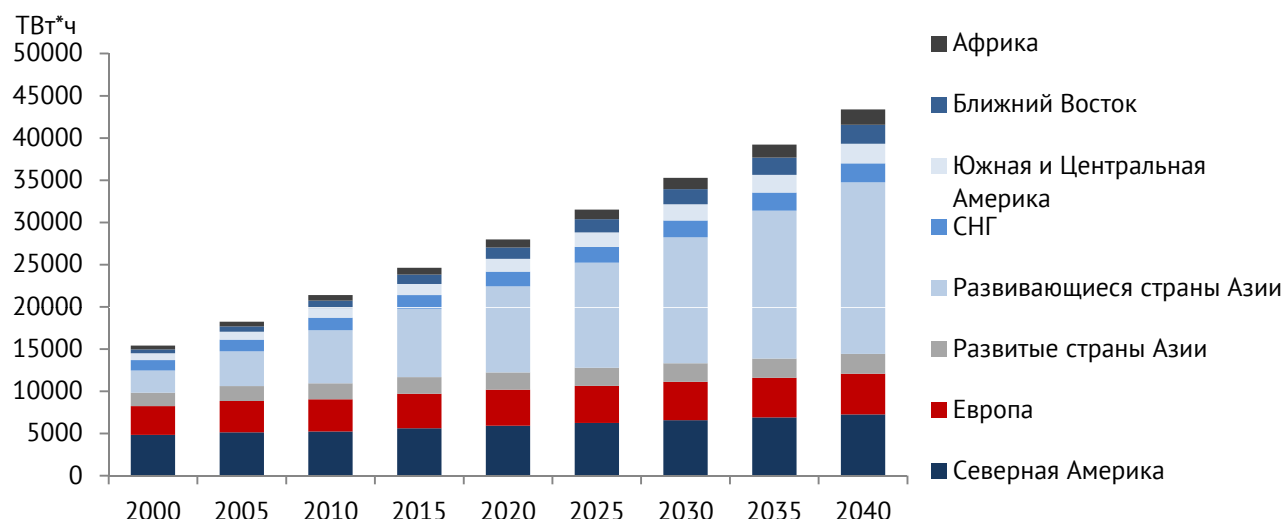
Источник: ИНЭИ РАН

Очевидно, что топливные корзины по отдельным странам и регионам будут заметно отличаться (Рисунок 1.16). Развитые страны будут снижать долю нефти и угля, наращивая потребление газа и ВИЭ. Китай увеличит потребление всех энергоресурсов, в первую очередь – угля, а остальные развивающиеся страны – примерно в равной степени нефти, газа и угля.

Развитие электроэнергетики

В связи с растущей электрификацией человеческой деятельности заметно увеличивается доля первичной энергии, используемой для производства электроэнергии, – 47% к 2040 г. по сравнению с 36% в 2010 г. Основной прирост производства электроэнергии в мире (84%) обеспечат развивающиеся страны (Рисунок 1.20).

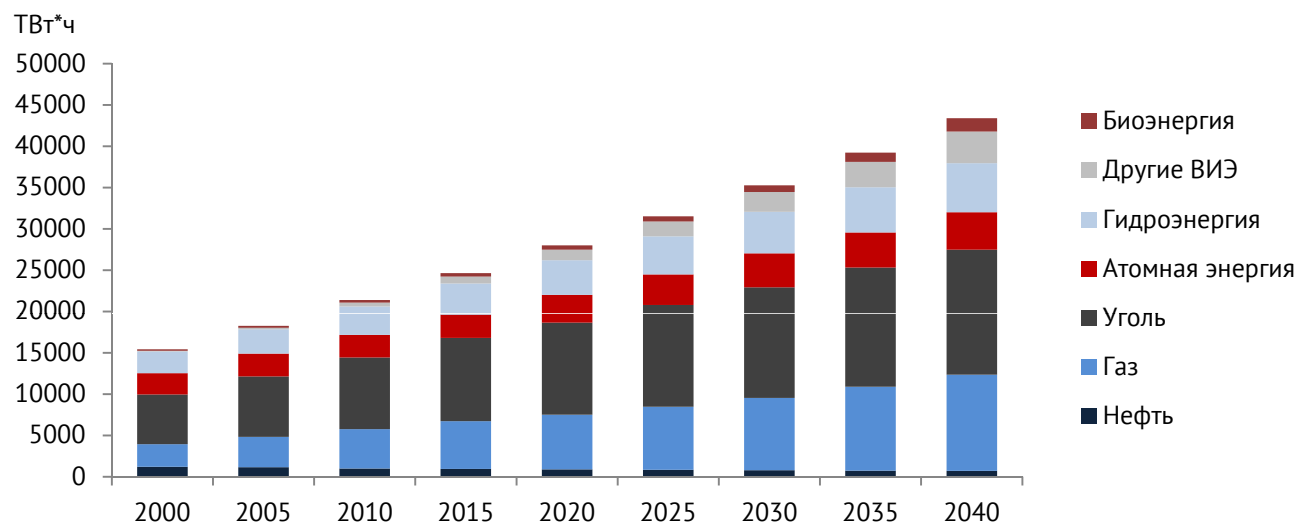
Рисунок 1.20 – Производство электроэнергии по регионам мира, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

В электроэнергетике, которая является главным полем конкуренции между всеми энергоресурсами и множеством технологий, также диверсифицируется топливная корзина: потребление газа увеличится почти в 2,5 раза, и он обеспечит наибольший прирост производства электроэнергии по сравнению со всеми остальными видами топлива. Быстро будет расти также использование неуглеродных энергоресурсов – до 2040г. они обеспечат более 40% прироста (Рисунок 1.21).

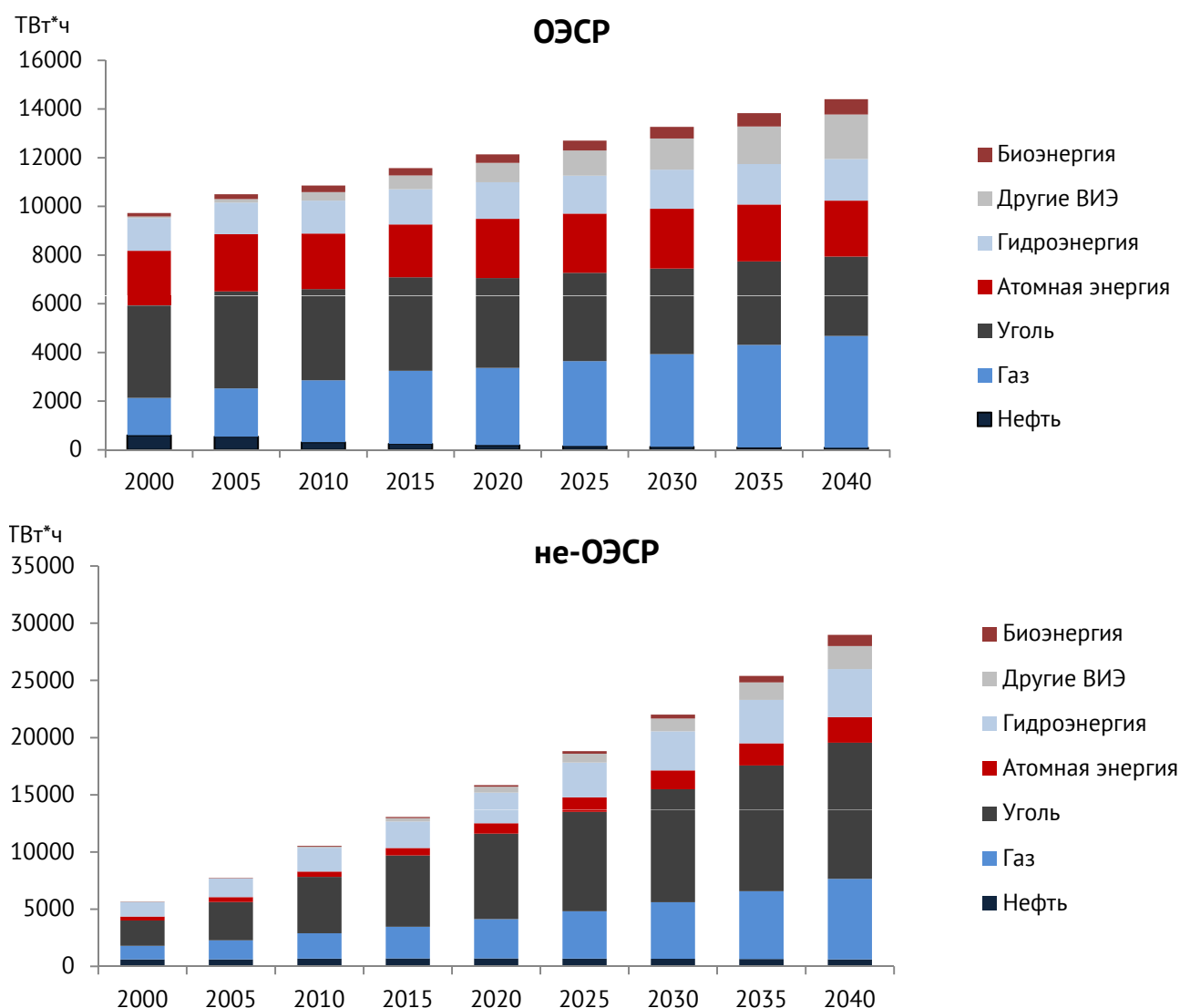
Рисунок 1.21 – Производство электроэнергии по видам топлива в мире, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Структура производства электроэнергии сохранит отличия в развитых и развивающихся странах (Рисунок 1.22) – если первым удастся перенести фокус на газ и неуглеродную генерацию, то развивающиеся страны будут по-прежнему в значительной степени зависеть от угля (со всеми экологическими последствиями), хоть и они будут высокими темпами наращивать газ и ВИЭ в электроэнергетике.

Рисунок 1.22 – Производство электроэнергии по видам топлива в развитых и развивающихся странах, Базовый сценарий



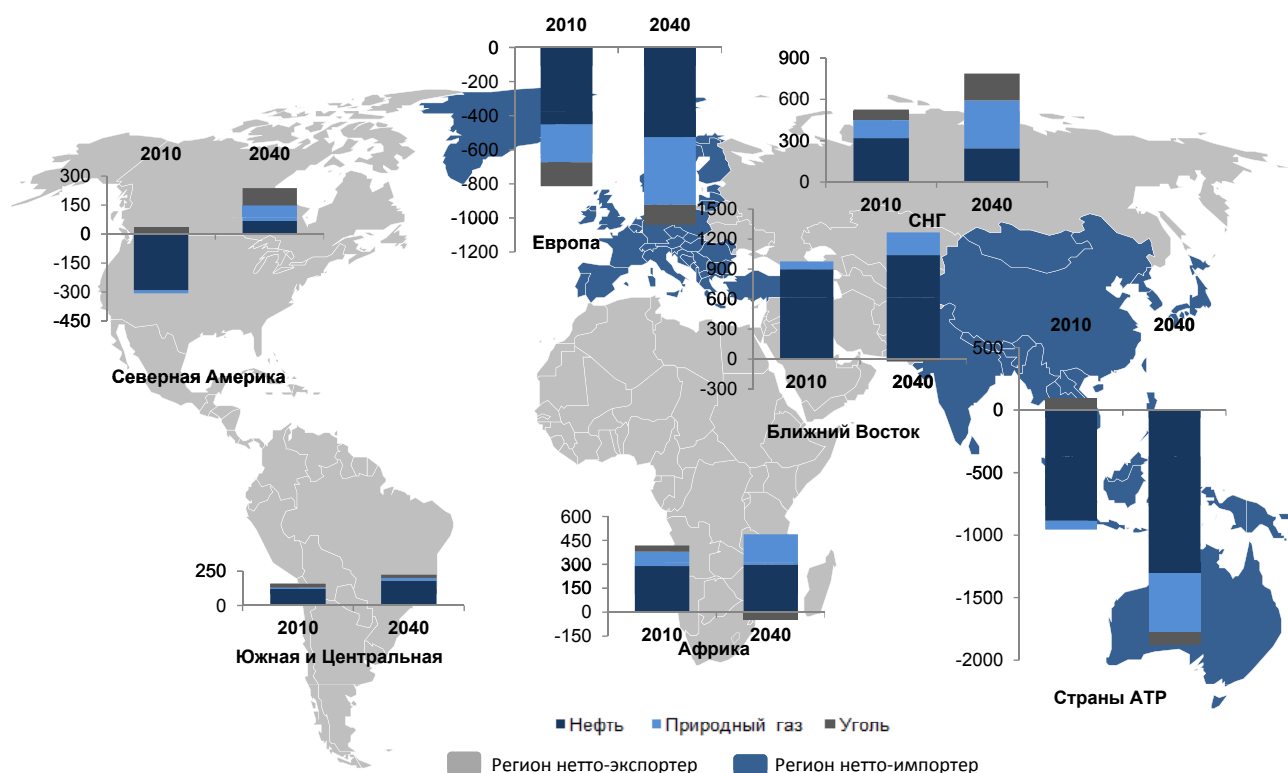
Источник: ИНЭИ РАН

Международная торговля

Развитие мировой торговли энергоресурсами пойдет на фоне растущей самообеспеченности Северной Америки благодаря нетрадиционным ресурсам нефти и газа. Существенное увеличение поставок в Тихом и Индийском океанах изменит направления и объемы межрегиональной торговли энергоресурсами.

К 2040 г. чистый импорт нефти, угля и газа в Северную Америку сменится их экспортом. Импорт энергоресурсов в Европу увеличится на 28%, однако при снижении спроса на нефть основной его прирост придется на природный газ. Развивающиеся страны Азии будут высокими темпами наращивать импорт всех энергоресурсов (Рисунок 1.23). СПГ будет преобладать в межрегиональной торговле газом при наращивании объемов поставок и трубопроводного газа.

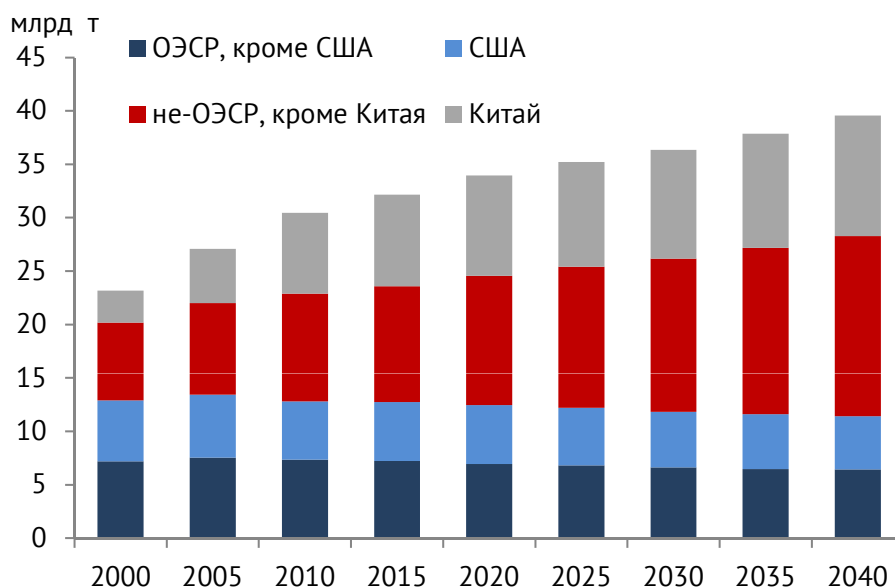
Рисунок 1.23 – Международная торговля энергоресурсами, базовый сценарий, млн т н.э.



Источник: ИНЭИ РАН

Выбросы CO₂

Объем мировой эмиссии CO₂ продолжит рост, и почти весь прирост придется на развивающиеся страны (в первую очередь азиатские), что усиливает их сопротивление принятию глобального экологического соглашения. Развитым странам удастся стабилизировать и даже снизить выбросы CO₂, но это не изменит ситуации в глобальном масштабе (Рисунок 1.24).

Рисунок 1.24 – Выбросы CO₂ в мире и по группам стран

Источник: ИНЭИ РАН



Базовый прогноз энергетических рынков

2. БАЗОВЫЙ СЦЕНАРИЙ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЫНКИ

Прогноз первичного энергопотребления дает базу для прогнозов эволюции основных энергетических рынков, которые выделены в соответствии с представленной на Рисунке 2.1 типологией источников энергии по рынкам энергоресурсов. В каждом разделе показаны также изменения на трех основных для России региональных экспортных рынках – европейском, североамериканском и на рынке Северо-Восточной Азии¹.

Рисунок 2.1 – Типология источников энергии по рынкам энергетических ресурсов



Источник: ИНЭИ РАН

Рынок жидких топлив

К 2040 г. по всему миру, особенно в таких крупных и технологичных экономиках, как США, Европейский Союз и Япония, ожидается дальнейшее (на 50% в базовом сценарии) снижение удельного расхода топлива на транспорте.

Спрос на жидкие топлива

Главным драйвером спроса на жидкие топлива по-прежнему остается растущий транспортный сектор (до 80% от общего объема спроса на нефть к 2040 г.) с его большим увеличением спроса перевозок. Основным фактором сдерживания роста потребления топлив на транспорте, как и прежде, остается повышение энергоэффективности транспортных средств.

Современные автомобили до сих пор обладают значительным потенциалом энергосбережения (до 81% «от бака до колес») [8]. В автомобильной промышленности с 1990 г. наблюдается значительное увеличение мощности двигателей и сокращение расхода топлива. В среднем по миру мощность автомобилей выросла на 42% в период с 1990 по 2013 г., а расход топлива снизился более чем на треть (на 37%). Кроме модернизации двигателя от

¹ Япония, Южная Корея, Китай.

бензинового к гибриднему значительная экономия топлива достигалась за счет совершенствования трансмиссии, облегчения кузова, использования современных каучуков и резин при изготовлении шин (Рисунок 2.2).

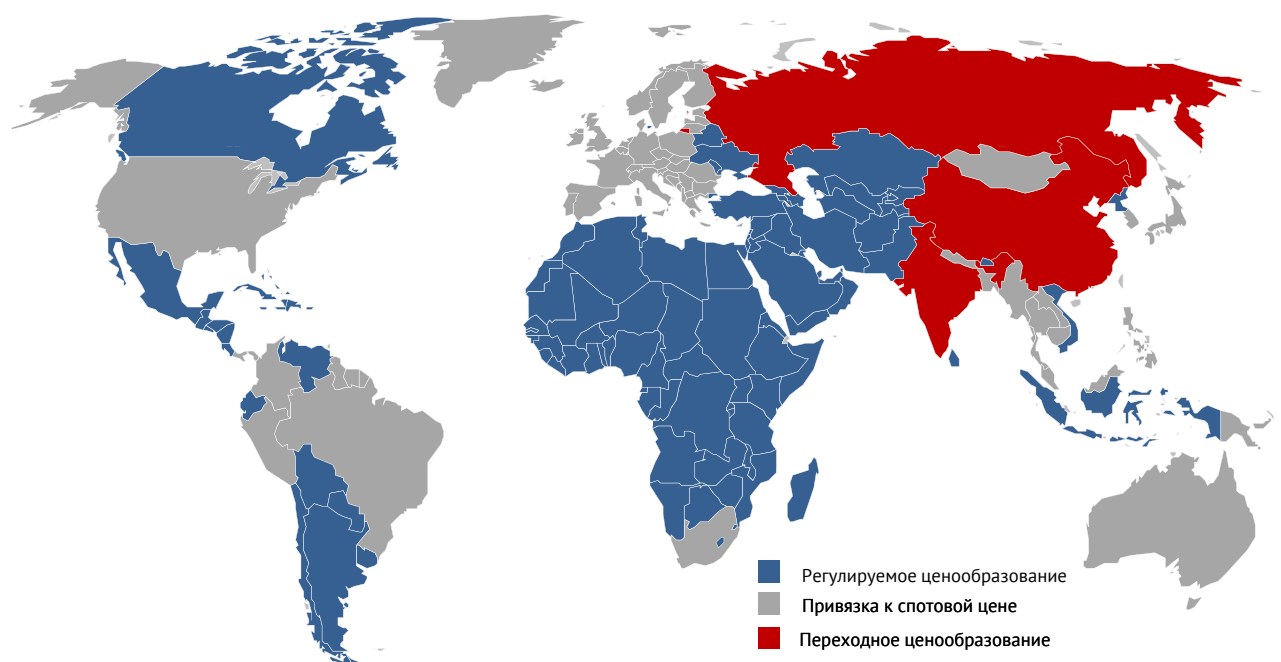
Рисунок 2.2 – Динамика экономии топлива на легковых автомобилях



Источник: ИНЭИ РАН

Наиболее отчетливо фактор растущей энергоэффективности в транспортном секторе влияет на спрос в развитых странах. Для развивающихся стран спрос на жидкие топлива часто стимулируется за счет поддержания субсидируемых и регулируемых цен на нефтепродукты для населения на уровне ниже мировых (Рисунок 2.3).

Рисунок 2.3 – Механизмы регулирования цен на нефтепродукты по странам мира

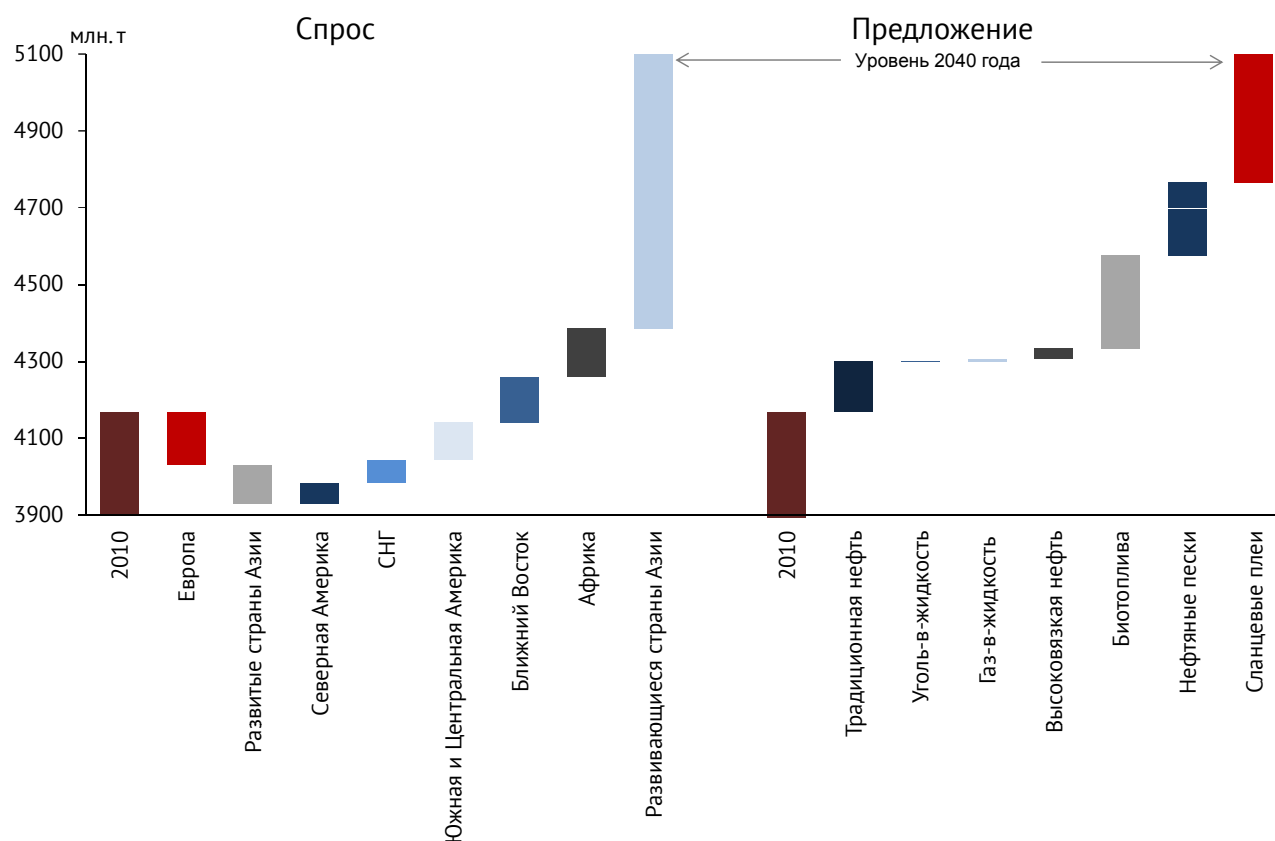


Источник: ИНЭИ РАН

В условиях сравнительно невысоких нефтяных цен в базовом сценарии спрос на жидкие не-нефтяные топлива в связи с их значительной стоимостью остается достаточно низким. Единственное исключение составляют биотоплива, спрос на которые продолжает расти за счет стимулирования потребления в Европе и низкой стоимости их производства в Бразилии, Малайзии и Индонезии.

В базовом сценарии мировой спрос на жидкие топлива до 2040г. будет расти в среднем на 0,5% ежегодно и составит 5,1 млрд т, то есть увеличится на 26% (Рисунок 2.4). Ускоренный рост спроса ожидается в развивающихся странах. Развитый мир демонстрирует противоположную динамику: останавливается рост спроса на жидкие виды топлива в Европе и США, а в развитых странах Азии (особенно в Японии) вообще ожидается заметное снижение потребления.

Рисунок 2.4 – Баланс спроса и предложения жидких топлив, базовый сценарий

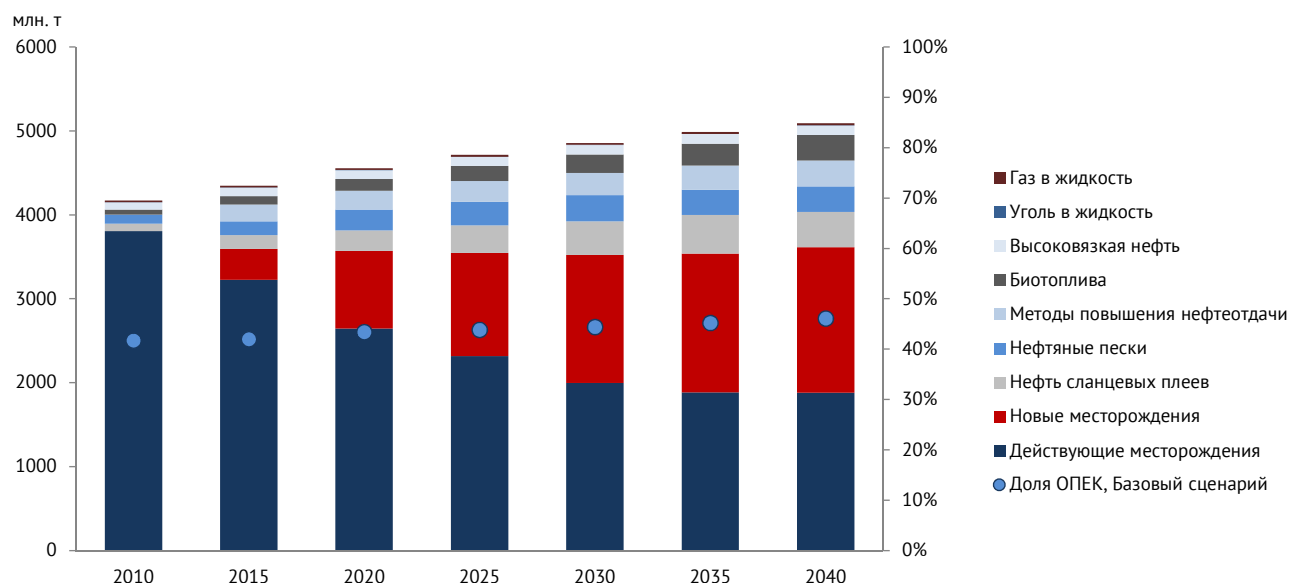


Источник: ИНЭИ РАН

Предложение жидких видов топлива

В базовом сценарии производство жидких видов топлива к 2040г. прогнозируется на уровне 5,1 млрд т, причем из них нефть и газовый конденсат традиционных источников дадут 77%. Оправдываются ожидания [9] значительного увеличения роли нетрадиционной нефти (сланцевой, битуминозных песчаников и пр.) – до 16,4% от общей добычи с объемом 837млн т в 2040г. Остальные объемы предложения к 2040г. будут распределены между биотопливом (5,9%) и жидкими топливами из газа и угля в объеме всего 23млн т (Рисунок 2.5).

Рисунок 2.5 – Динамика структуры предложения жидких видов топлива, базовый сценарий

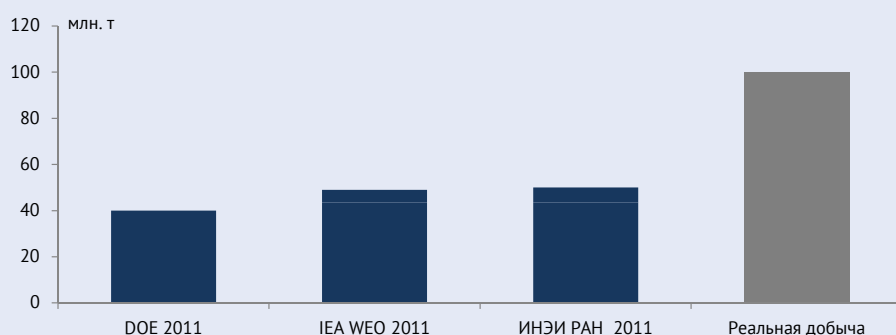


Источник: ИНЭИ РАН

Добыча нефти сланцевых плеев в США

Потенциал нефти сланцевых плеев, а в особенности низкопроницаемых коллекторов в США был явно недооценен в экспертном сообществе (Рисунок 2.6).

Рисунок 2.6 – Оценки и реальная добыча сланцевой нефти в США в 2012 г.

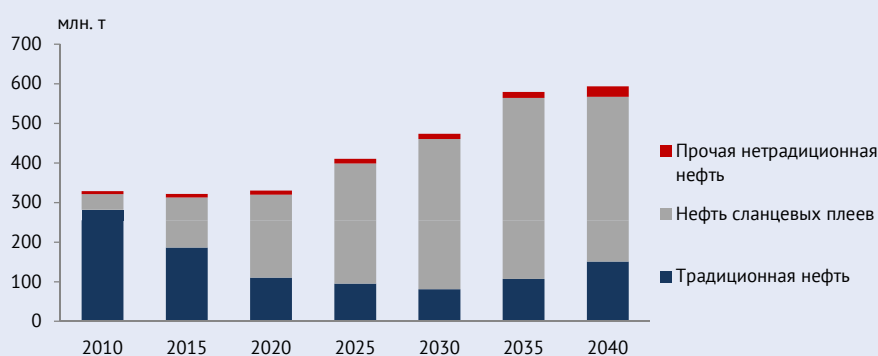


Источники: ИНЭИ РАН, DOE AEO 2011, IEA WEO 2011

Уже в 2012 г. добыча этих видов нефти, по сообщению Департамента энергетики США, составила около 100 млн т [10], и в 2013 г. США приблизятся по объему добычи нефтяных топлив к Саудовской Аравии. Подобные темпы разработки этого нетрадиционного сырья превращают вчерашние «сланцевые» сценарии в современные «базовые».

В перспективе к 2040 г. в базовом сценарии ожидается значительный рост добычи нефти в США – до 594 млн т. Прирост будет обеспечен именно нефтью сланцевых плеев и составит 416 млн т (Рисунок 2.7). Рост добычи традиционной нефти после 2030 г. ожидается почти исключительно за счет газового конденсата.

Рисунок 2.7 – Прогноз добычи нефти в США, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

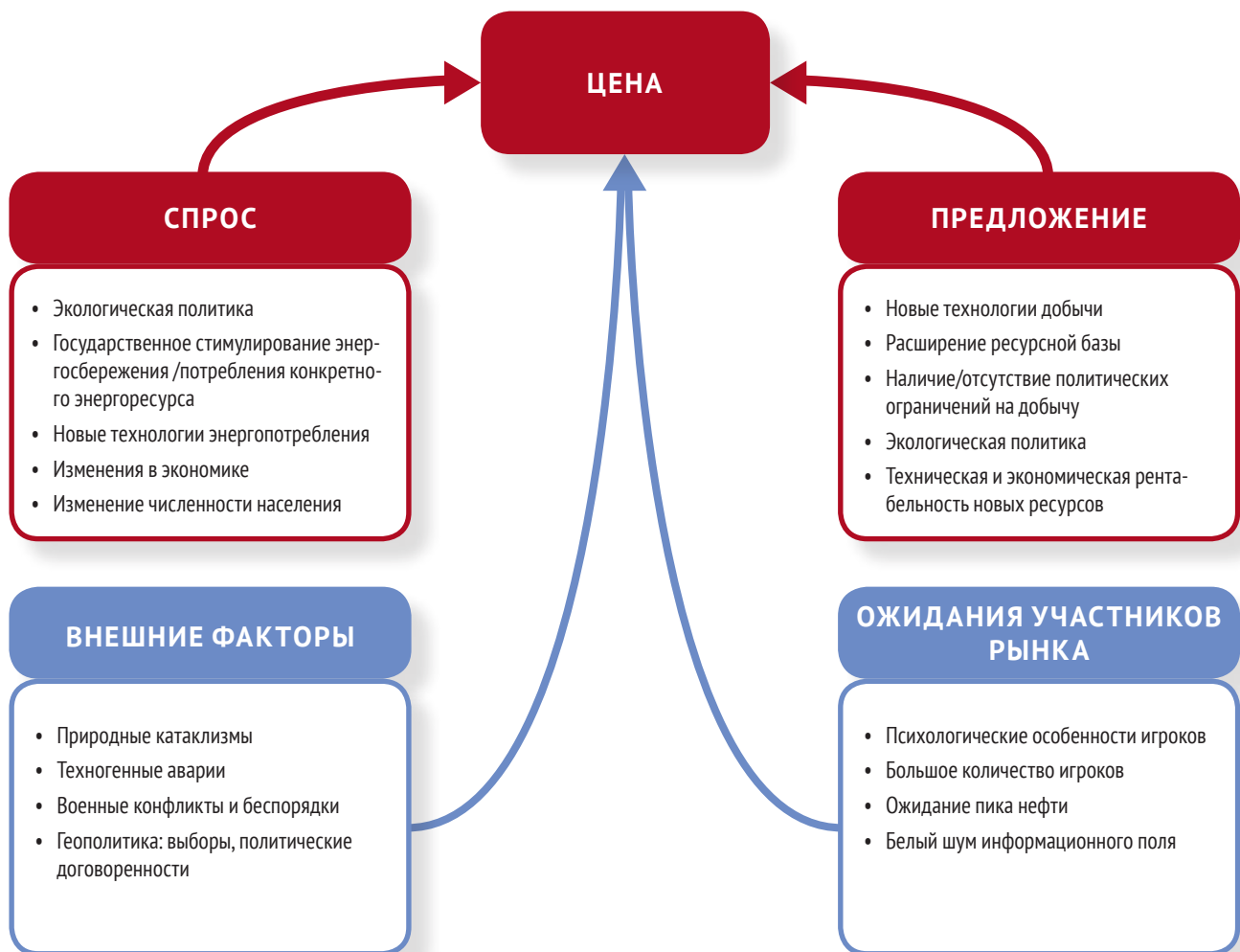
В базовом сценарии мировая добыча нефти сланцевых плеев оценивается в 420 млн т к концу периода, в основном ее обеспечат месторождения Северной Америки. Производства нефти и газового конденсата сланцевых плеев хватит, чтобы мировой рынок не переключался на альтернативные виды топлива из газа или угля.

Долгосрочное влияние на цены нефти оказывают фундаментальные факторы спроса и предложения, а остальные влияют на рынок только в краткосрочном периоде.

Цены нефти

Цены на нефть, как и на другие сырьевые товары, формируются множеством разнонаправленных факторов (Рисунок 2.8), таких как: фундаментальная взаимосвязь спроса и предложения, позиции участников нефтяного рынка и нерыночные факторы, влияющие на рынок преимущественно в краткосрочный период.

Рисунок 2.8 – Факторы, влияющие на цену нефти (красным отмечены наиболее значимые факторы, синим – наименее значимые)

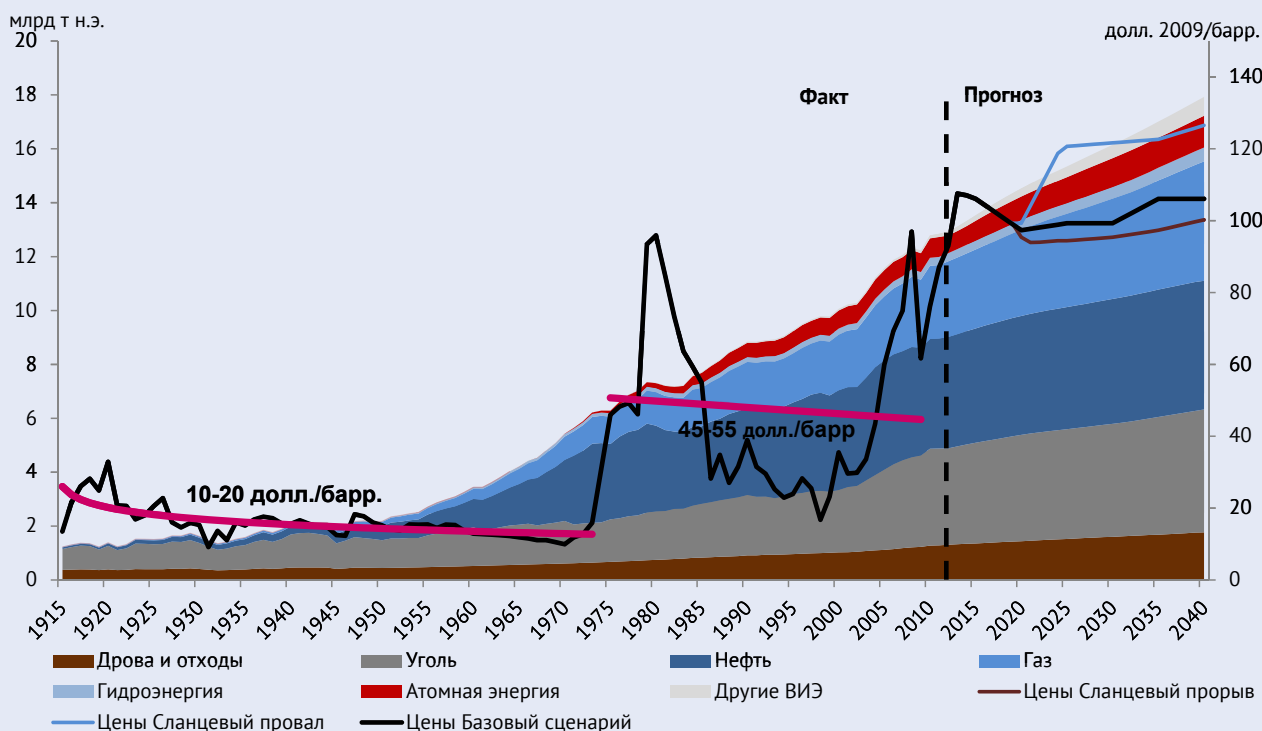


Источник: ИНЭИ РАН

Долгосрочные тенденции формирования цен на нефть

Нефть стала доминирующим ресурсом мировой энергетики на втором этапе ее развития (в 1930–1970 гг.), вытесняя уголь, при этом, если ее цены вплоть до кризиса 1970-х гг. менялись в диапазоне 10–20 долл./барр., то на следующем этапе верхняя граница цен поднялась пятикратно, а усредненное значение – втрое, до 50 долл./барр. (Рисунок 2.9).

Рисунок 2.9 – Динамика энергопотребления и цен на нефть



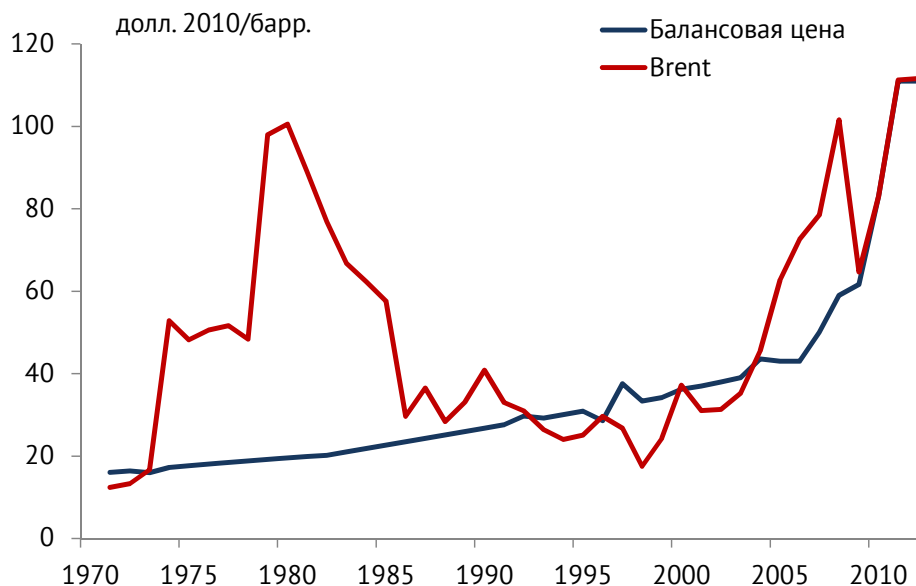
Источник: ИНЭИ РАН

Многие прогнозы мировой энергетики и нефтяного рынка содержат достаточно широкий диапазон предполагаемых нефтяных цен. В 2012 г. Международное энергетическое агентство дало цену нефти к 2035 г. в диапазоне 100–145 долл./барр. в ценах 2011 г. [11], Департамент энергетики США видит еще более широкий диапазон цен в 2035 г. – 50–200 долл. 2009/барр. [12]. Признанные мировые эксперты в своих высоких ценовых сценариях допускают очередное «утроение» цен нефти – до 150 долл./барр. в текущих ценах. А низкие сценарии не исключают обвала цен под влиянием торможения спроса, замещения альтернативными топливами и активного роста добычи нетрадиционной нефти.

В Прогнозе-2013 не происходит «утроения», равно как и обвала цен. Передовые технологии энергосбережения и разработки нетрадиционных источников нефти фактически «просадили» цены с ожидаемых 150 до 100–110 долл. 2009/барр. и сдвинули «утроение» цен относительно периода 1975–2005 гг. на временной горизонт за 2040 г. Но анализ чувствительности показал, что даже видимые технологические прорывы (добыча нетрадиционной нефти, энергосбережение и т.д.) не способны вернуть цены мирового нефтяного рынка на уровень предыдущего этапа – 50 долл. 2009/барр.

Контролируемый ОПЕК рынок 1970–80-х гг. почти полностью зависел от интересов стран – членов картеля и не мог по своей институциональной структуре сформировать «рыночную» цену нефти, фактически отображающую баланс спроса и предложения. Лишь с 1986 г. с переходом к ценообразованию на высоколиквидных международных биржах рыночные цены нефти стали приближаться к «идеальным» ценам балансирования текущего спроса и предложения, несмотря на влияние спекулятивных факторов (Рисунок 2.10).

Рисунок 2.10 – Соотношение балансовых и рыночных цен на нефть



Источник: ИНЭИ РАН

Влияние спекулятивных факторов на рынок нефти

После становления биржевой торговли спекулятивный фактор (учтенный по среднегодовым значениям) играл значительную роль в формировании соотношения между балансовыми и рыночными ценами. Под его влиянием рыночные цены поднимались на 20–40 долл. 2010/барр. выше балансовой цены и снижались на 10–15 долл. 2010/барр. ниже нее (Рисунок 2.10). Такая спекулятивная составляющая в цене нефти несет дополнительные риски для производителей и потребителей [14], а непредсказуемость цен создает риски осуществления добычных проектов, которые имеют сроки реализации в несколько десятилетий. Следует отметить, что корреляция рыночной цены с объемом добычи, спросом и балансовой ценой стала значимой (коэффициенты корреляции 0,918) только на стадии биржевого ценообразования – с 2000 по 2010 гг.

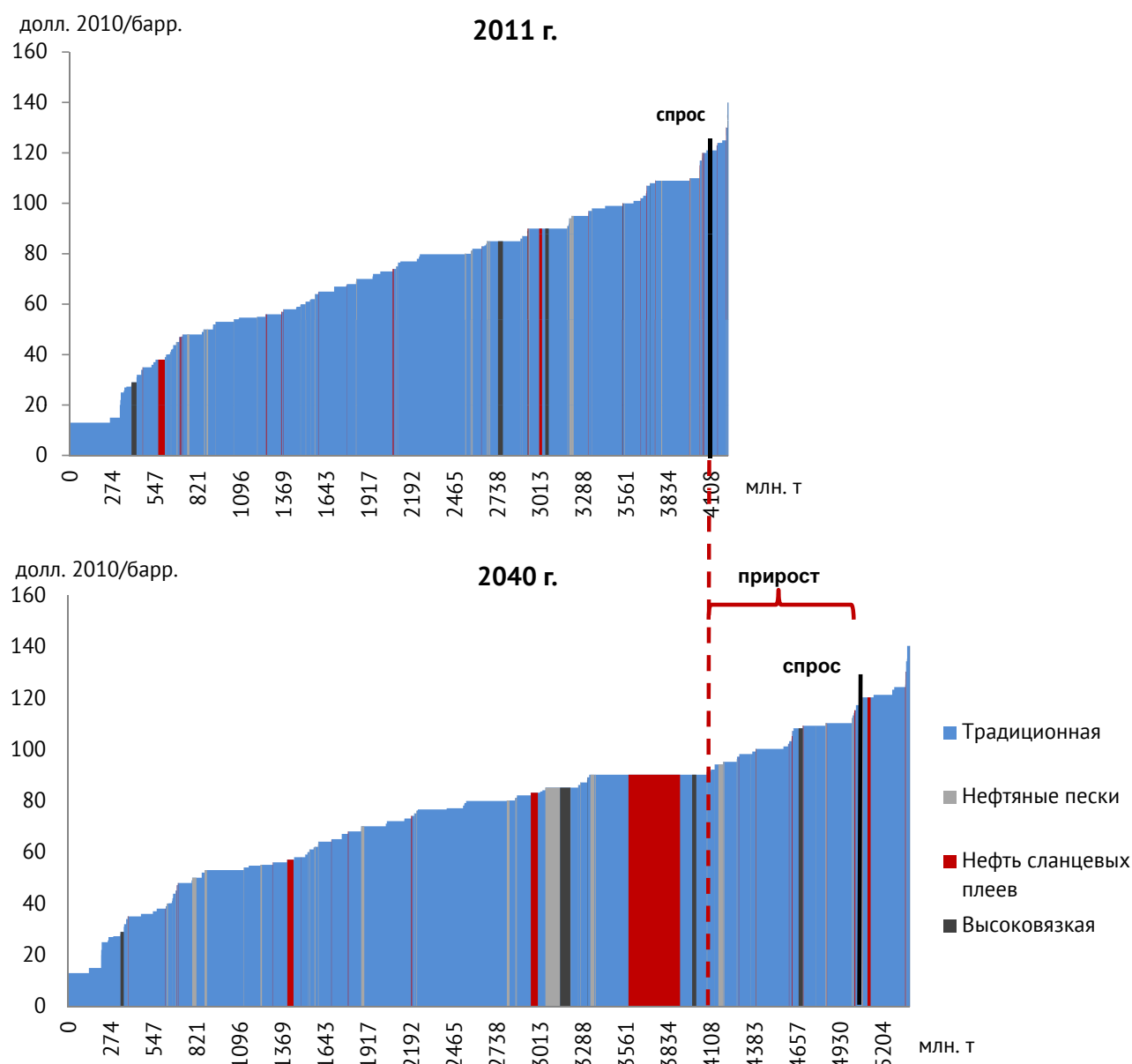
Балансовая цена нефти

К 2040 г. предложение нефти увеличится на 1 млрд т, причем в значительной мере за счет нетрадиционных источников. При прогнозируемых уровнях спроса это не приведет к существенному росту цен.

В долгосрочных прогнозах развития нефтяного рынка крайне трудно учесть волатильные отклонения рыночных нефтяных цен от балансовых. В своих прогнозах ИНЭИ РАН использует «балансовую цену нефти», при которой за счет добычи на традиционных и нетрадиционных месторождениях и с учетом коммерчески эффективных предложений нефтезамещения будет удовлетворяться спрос по годам прогнозного периода (фактически – динамика точек пересечения кривых спроса и предложения) [2].

Как видно из Рисунка 2.11, к 2040 г. в базовом сценарии прогнозируется увеличение объемов предложения на рынке нефти на 1 млрд т, причем в значительной мере за счет нетрадиционных источников, что при прогнозируемых уровнях спроса не приведет к существенному росту цен.

Рисунок 2.11 – Кривая предложения (цена производства) нефти

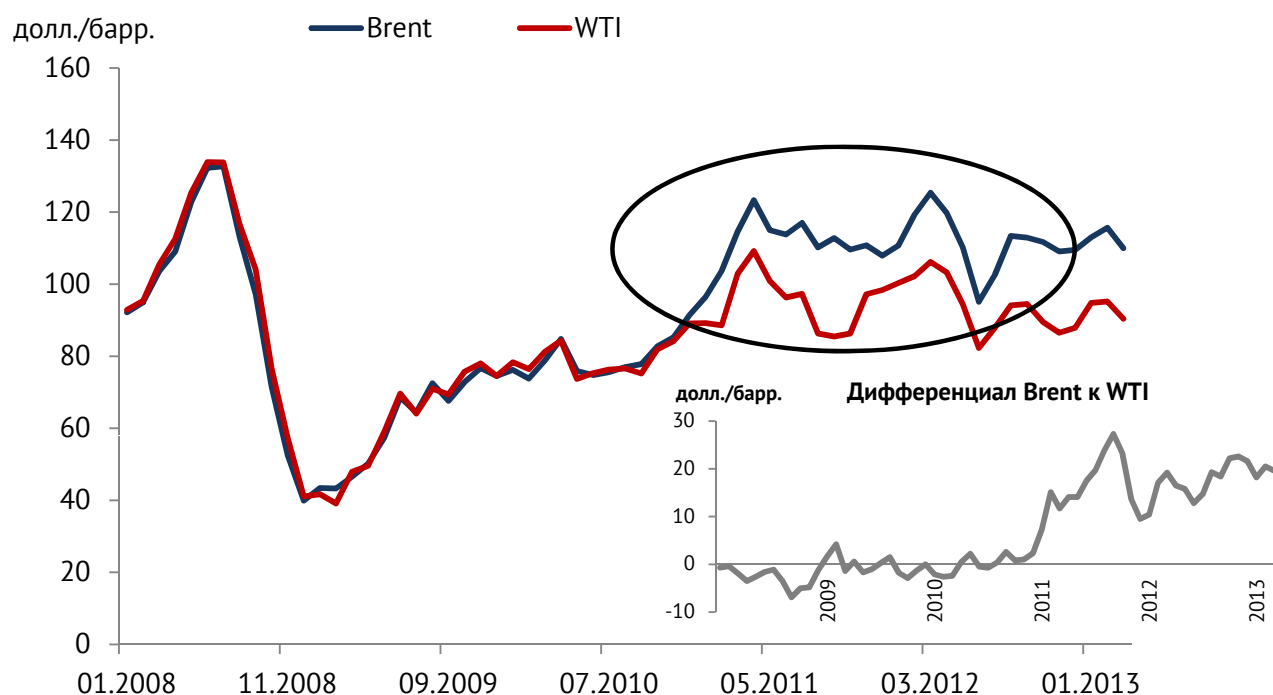


Источник: ИНЭИ РАН

В последние три года, под влиянием растущей добычи сланцевой нефти в США, наблюдается новая тенденция – регионализация мирового рынка нефти. Под влиянием растущих объемов предложения в США цены на торговых площадках североамериканского рынка начинают снижаться, что, однако, противоречит динамике цен на европейском рынке. Происходит «расслоение» в ценах на два основных мировых маркера – WTI и Brent (Рисунок 2.12).

Изменение в прогнозируемый период соотношений спроса и предложения на региональных рынках, а также перераспределение потоков нефти создают предпосылки для формирования трех нефтяных рынков: Северной Америки с главным маркером – WTI, Европы с главным маркером – Brent и АТР, где на данный момент конкурируют сразу несколько маркерных сортов нефти [13].

Рисунок 2.12 – Отчетная динамика цен на WTI и Brent

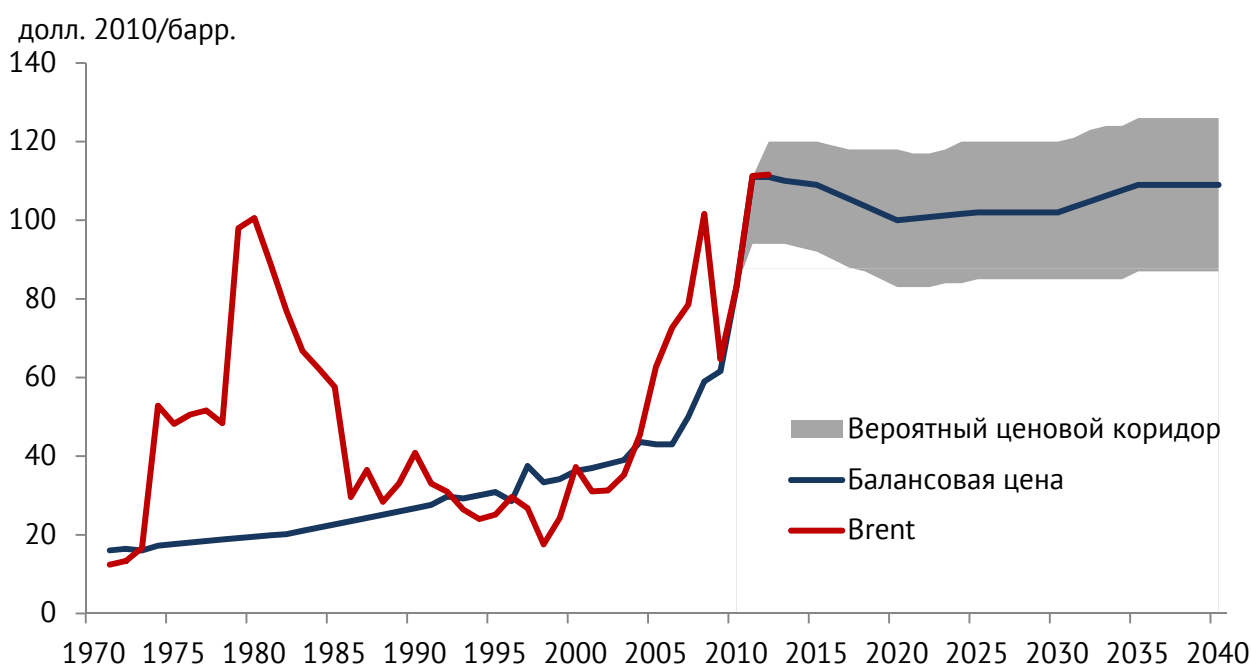


Источник: Департамент энергетики США

Прогнозируется тренд на увеличение разрыва между ценами на нефтяные маркеры, то есть дальнейшая регионализация нефтяного рынка.

При формировании прогнозных балансовых цен на нефть нельзя не учитывать возможность подобной «регионализации». В базовом сценарии прогнозных балансовых цен нефти остаются в рамках ценового коридора, определяемого как возможное отклонение локальных нефтяных маркеров европейского, североамериканского и азиатского рынков от расчетной балансовой (то есть усредненной общемировой) цены – с учетом динамики цен на отдельные маркеры в последние годы (Рисунок 2.13).

Рисунок 2.13 – Прогнозный ценовой коридор балансовых цен нефти

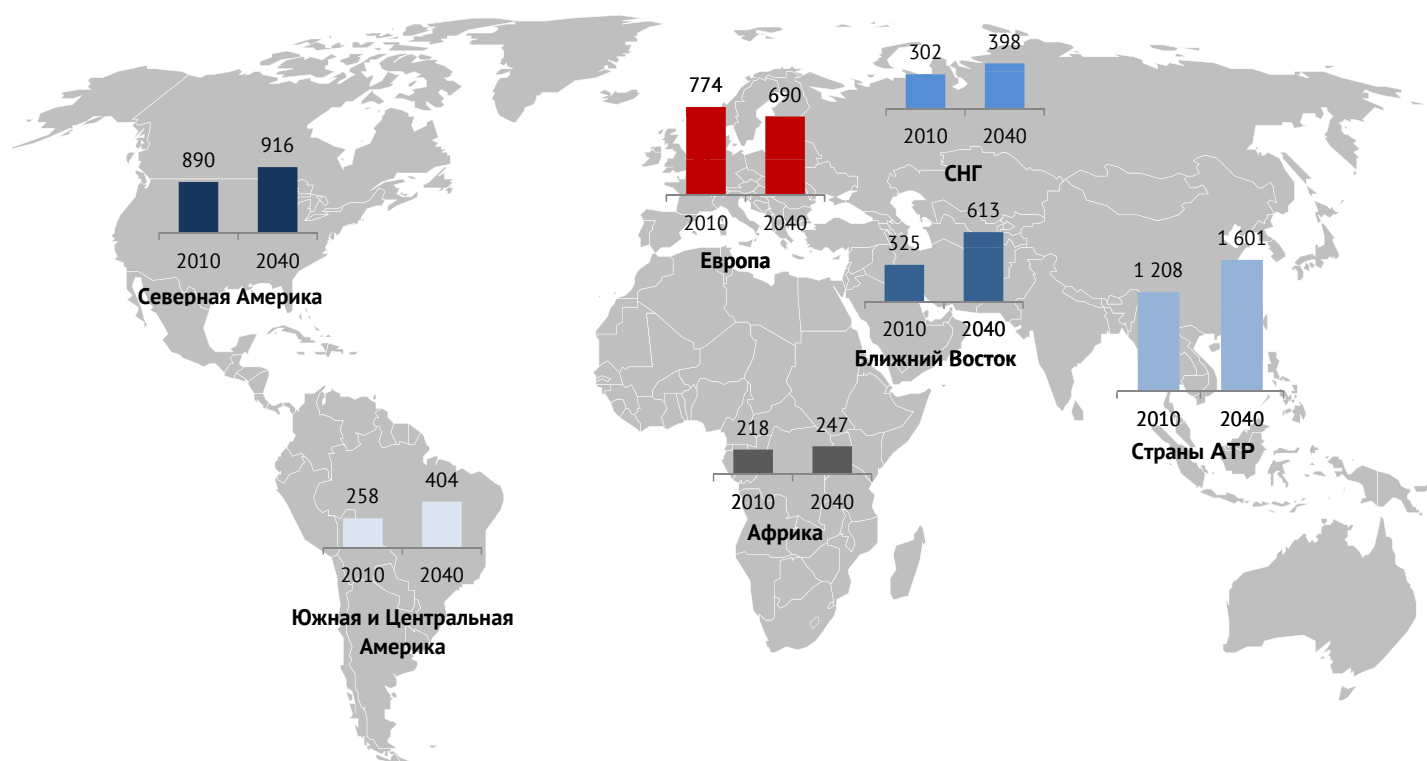


Источник: ИНЭИ РАН

Нефтепереработка

В мире сегодня наблюдается избыток нефтеперерабатывающих мощностей, и в прогнозный период, с учетом строительства НПЗ в различных регионах, дефицита мощностей в целом не ожидается. Новые проекты готовятся к вводу на Ближнем Востоке, в Африке и Азиатско-Тихоокеанском регионе. Они способны почти вдвое увеличить переработку на Ближнем Востоке, создавая значительные объемы нефтепродуктов, которые начнут вытеснять с рынков Европы и Северной Америки продукцию других поставщиков и даже собственных производителей. Однако ряд регионов (Южная Америка и АТР) не смогут удовлетворить потребность в нефтепродуктах собственными мощностями, что потребует их расширения после 2030 г. (Рисунок 2.14).

Рисунок 2.14 – Объемы нефтепереработки по регионам, млн т



Источник: ИНЭИ РАН

В Северной Америке ожидается высокая загрузка мощностей до конца периода в связи с растущей добычей нефти сланцевых плеев и канадских битуминозных песков. Напротив, в странах СНГ весь прогнозный период ожидается недогрузка около 20% мощностей. Это связано с отсутствием ресурсной базы для украинских НПЗ, избытком мощностей нефтепереработки в Казахстане и снижающейся рыночной нишей для экспорта нефтепродуктов.

Международная торговля

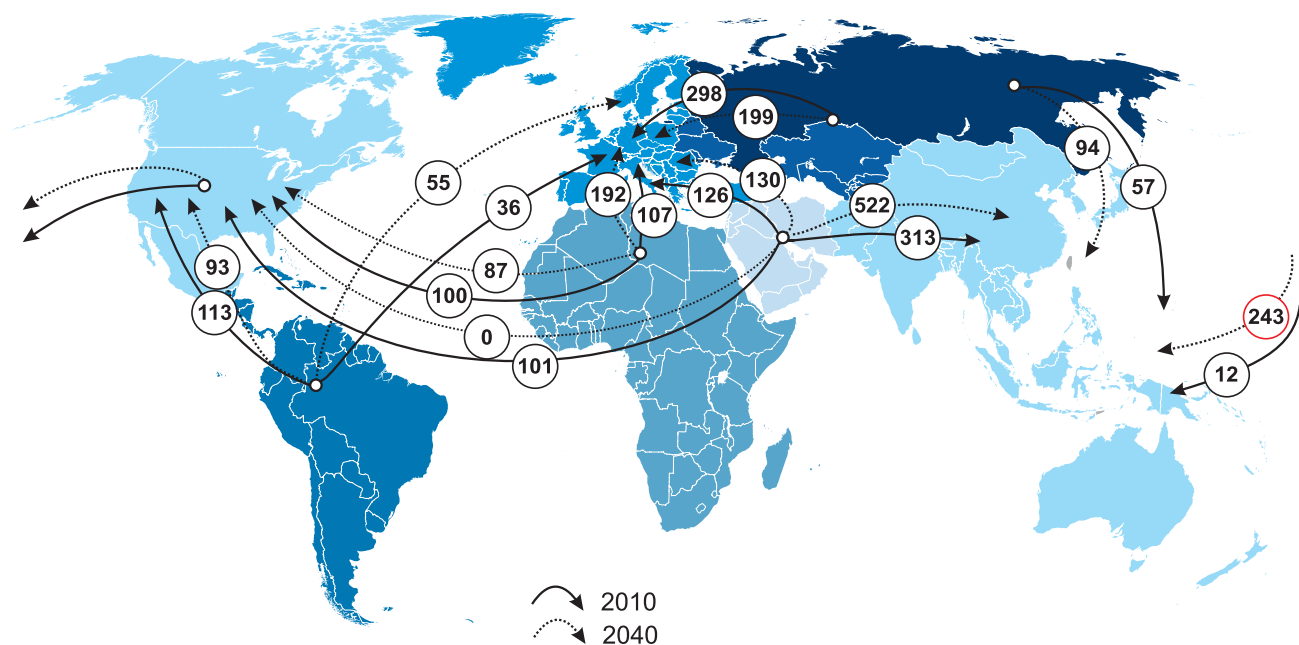
Торговые потоки на рынке нефти в базовом сценарии принципиально меняются (Рисунок 2.15). К 2040 г. экспортные рынки для ведущих производителей сужаются по сравнению с 2010 г. на 275 млн т. Прежде всего, сокращаются объемы импорта нефти в Европу, что связано со снижением загрузки собственных европейских НПЗ и стагнацией спроса в раз-

витой Европе. Северная Америка за счет роста добычи нефти сланцевых плеев в США и битуминозных песков в Канаде становится нетто-экспортером уже после 2025 г. Наиболее перспективным рынком сбыта для сырой нефти остается АТР – единственный регион, где импорт увеличится по сравнению с 2010 г.

Торговые потоки нефти в базовом сценарии принципиально меняются, формируются три рынка нефти: Северной Америки, Европы и АТР.

Лидирующие позиции среди экспортеров в базовом сценарии сохраняет за собой Ближний Восток: экспорт из региона растет в АТР и Европу. Остальные регионы-экспортеры к 2040 г. теряют позиции, отчасти по причине сжатия экспортных рынков из-за стагнации спроса (в Европе), отчасти из-за выхода на рынки в качестве экспортера Северной Америки. Основной проблемой для регионов-экспортеров, не относящихся к Ближнему Востоку, остаются высокие затраты на нефть, которые для стран СНГ усугубляются высокой налоговой нагрузкой.

Рисунок 2.15 – Схема основных потоков нефти, млн т



Источник: ИНЭИ РАН

Положение основных участников рынка

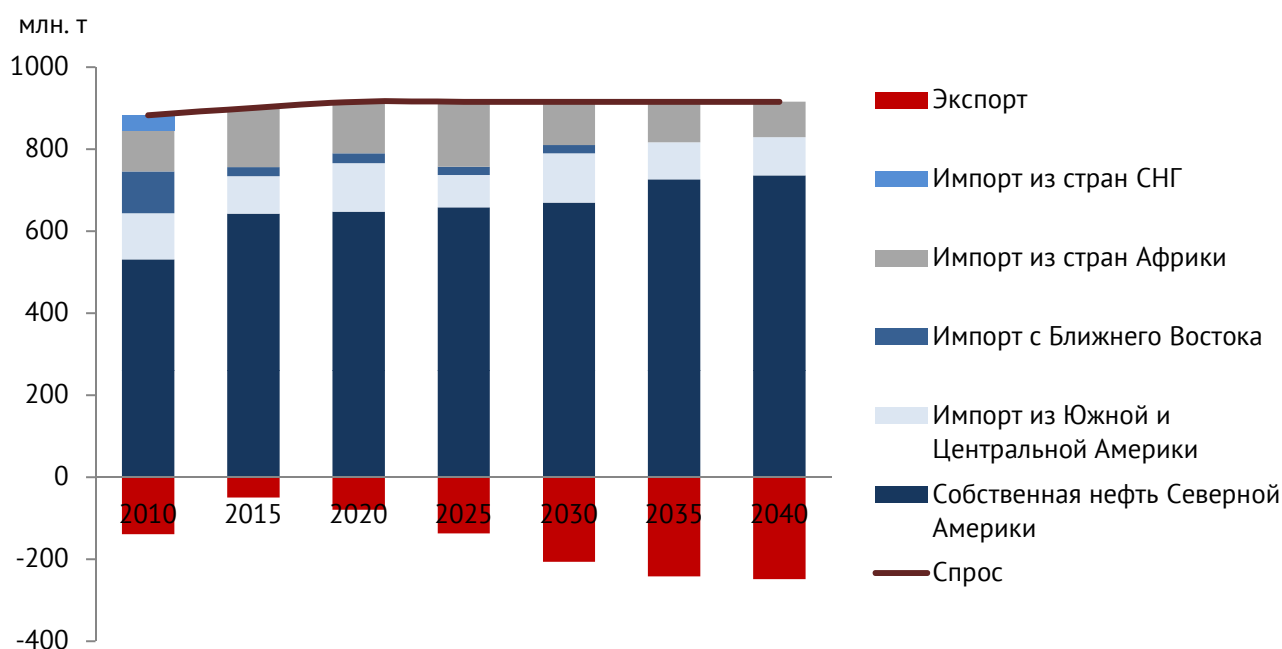
В базовом сценарии ожидается рост доли мирового рынка, находящегося под влиянием национальных компаний, ослабление позиций мейджоров и рост малых независимых компаний на рынках Северной Америки.

Уже сегодня видны тенденции изменения ролей игроков на мировом нефтяном рынке. В прогнозный период ожидается ослабление влияния международных компаний-мейджоров. На региональных рынках развитых стран их постепенно вытесняют небольшие независимые компании с эффективной инновационной составляющей, которая позволяет им контролировать затраты по всей цепочке и разрабатывать месторождения нетрадиционных и трудноизвлекаемых нефтей. На международных рынках компании-мейджоры вытесняются растущими национальными нефтяными компаниями (ННК), такими как Saudi Aramco, Iranian NOC, Petrobras, Роснефть. Более того, национальные компании не только занимают все большую долю на собственных внутренних рынках, но и начинают конкурировать за зарубежные рынки. В первую очередь это характерно для китайских CNPC и PetroChina, чьи активы уже сегодня имеют обширнейшую географию – от добычных проектов на Ближнем Востоке до участия в проектах по разработке канадских нефтяных песков.

Ожидается также изменение в положении на рынке основных объединений и крупнейших стран – игроков нефтяного рынка. Безусловно, главным изменением расклада сил на мировом нефтяном рынке станет глобальное усиление влияния США. По расчетам, уже после 2030г. за счет разработки сланцевой нефти США смогут отказаться от импорта углеводородов из всех стран, кроме Канады и Южной Америки (с месторождений, находящихся в портфеле активов американских компаний).

К 2015г. ожидается достижение почти полной загрузки нефтеперерабатывающих мощностей США и Канады. К 2020г. полностью загрузятся мексиканские НПЗ, что приведет к стабилизации спроса на сырую нефть и самообеспечению региона нефтепродуктами. Северная Америка может стать нетто-экспортером нефти уже после 2030г. (Рисунок 2.16). Подобное усиление США на мировом нефтяном рынке с достижением ими энергетической независимости может привести к серьезным геополитическим сдвигам.

Рисунок 2.16 – Баланс сырой нефти на рынке Северной Америки

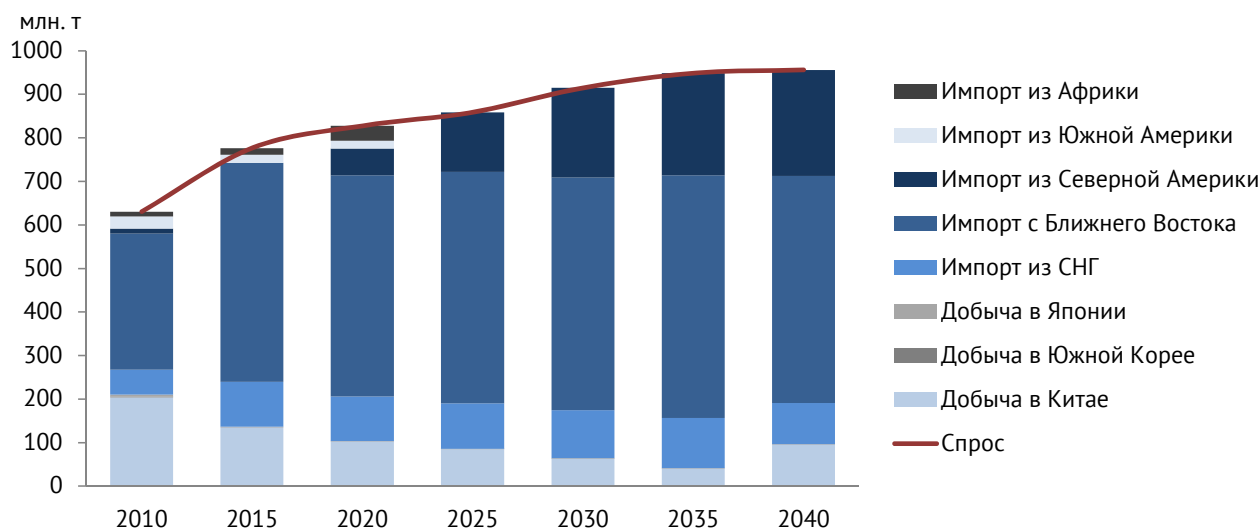


Источник: ИНЭИ РАН

Нарастит свое влияние на рынке и другой крупный импортер нефти – Китай. Однако причины роста его влияния будут кардинально отличаться от факторов, работающих для США. Китай, как и Северо-Восточная Азия в целом, не сможет самостоятельно удовлетворить собственный спрос на нефть и вынужден будет наращивать импорт, в первую очередь с Ближнего Востока (Рисунок 2.17).

Китай воздействует на рынок нефти посредством заключения долгосрочных контрактов по ценам ниже рыночных, обеспечивая тем самым долгосрочную обеспеченность своей экономики нефтью. В прогнозный период ожидается рост импорта в Китай из наиболее политически стабильных регионов (Северной Америки, стран СНГ) и постепенное вытеснение наиболее нестабильных поставщиков – стран Северной и Центральной Африки. Обеспеченность нефтяного импорта достигается также экспансией китайских ННК в проекты по добыче и переработке нефти на Ближнем Востоке, в США, Канаде и Южной Америке.

Рисунок 2.17 – Баланс сырой нефти на рынке Северо-Восточной Азии

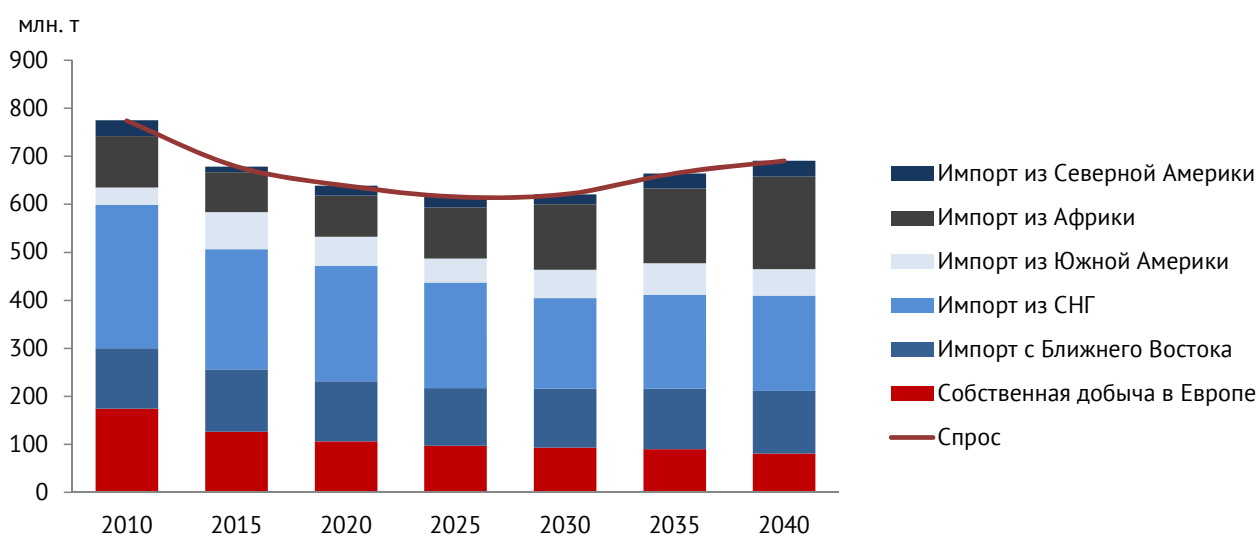


Источник: ИНЭИ РАН

Рынок Северо-Восточной Азии продолжит наращивать мощности по переработке на протяжении всего периода, что позитивно скажется на положении поставщиков нефти в регион и приведет к росту спроса на сырую нефть до 2035 г. с постепенной стабилизацией к 2040 г.

Из традиционных импортеров нефти в прогнозный период не удастся укрепить свои позиции только странам – членам ОЭСР, представленным по большей части европейскими экономиками. В условиях относительно невысоких цен на нефть и низких темпов экономического роста европейские страны, вероятнее всего, вынуждены будут пересмотреть свои планы по внедрению ВИЭ и отказаться от ряда новых дорогостоящих проектов по добыче нефти в Северном море и норвежском секторе Арктики. С самого начала периода ожидается снижение загрузки европейских нефтеперерабатывающих мощностей из-за низкой доходности активов с постепенным увеличением загрузки к концу периода (Рисунок 2.18).

Рисунок 2.18 – Баланс сырой нефти на европейском рынке



Источник: ИНЭИ РАН

Снижение загрузки европейских НПЗ объясняется не резким падением спроса на нефтепродукты в Европе, а вытеснением продуктов европейского производства более дешевыми с Ближнего Востока и из АТР. Иначе

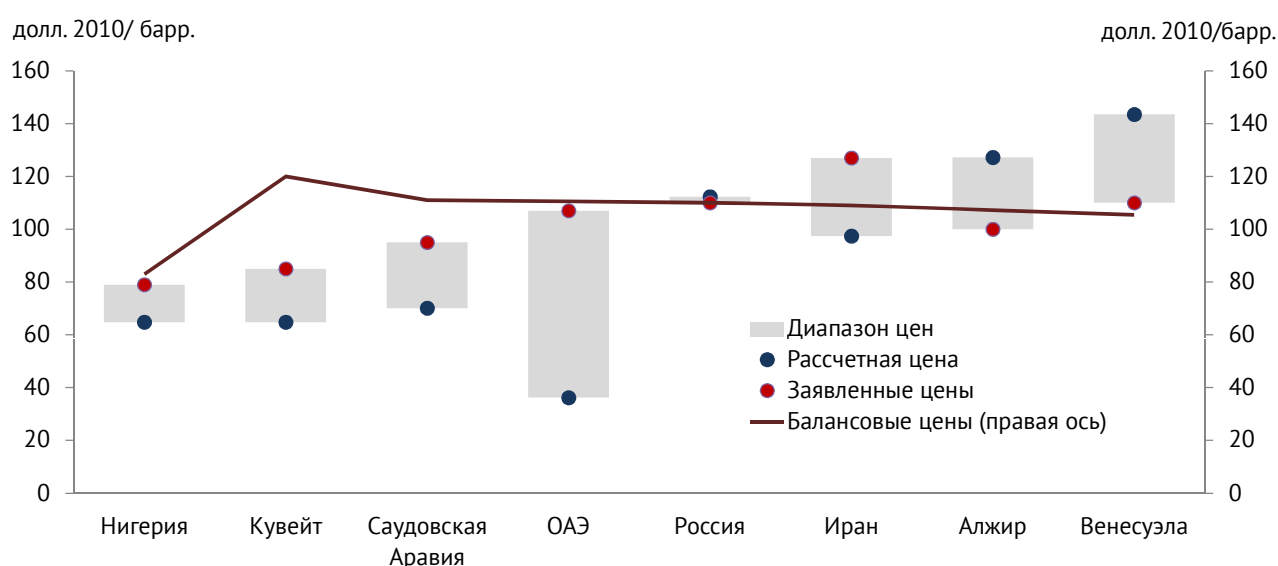
говоря, в середине периода Европе становится дешевле импортировать нефтепродукты, а не нефть, которую надо будет еще переработать на своих заводах. Ближе к концу периода, когда нефтепродукты из АТР и с Ближнего Востока станут больше потребляться в этих странах и удовлетворять их растущий внутренний спрос, загрузка мощностей в Европе начнет стабилизироваться, однако до конца прогнозного периода так и не достигнет уровня 1990–2000 гг. Влияние европейских стран на нефтяной рынок продолжит снижаться, как и их возможности обеспечения собственного спроса.

Стагнация европейского спроса на сырую нефть и ужесточающаяся конкурентная борьба за растущие рынки АТР снижают потенциальную экспортную нишу для российских производителей. Ситуация усугубляется и высокими, по сравнению с большинством других стран-экспортеров, затратами и налогами, что фактически делает российскую нефть неконкурентоспособной, приводит к снижению экспорта в базовом сценарии и негативно сказывается на бюджетных поступлениях, особенно в условиях низких мировых цен.

Неординарные изменения видятся в положении нефтяного картеля ОПЕК. С одной стороны, при относительно низких ценах часть членов ОПЕК, вероятнее всего, будут настаивать на уменьшении квот на добычу, чтобы дефицитом предложения поднять относительно низкий для них (Эквадора, Венесуэлы, Алжира, Ливии, Ирана) уровень мировых цен на нефть. С другой стороны, ведущие производители картеля (Саудовская Аравия, Кувейт и Ирак) продолжают действовать в приемлемом для них ценовом диапазоне, и целесообразными для них видятся увеличение добычи и наращивание своей доли на экспортных рынках.

Прогнозные балансовые цены находятся в необходимом для ведущих стран ОПЕК диапазоне – от 80 до 115 долл. 2010/барр. (Рисунок 2.19). За счет ввода месторождений сланцевой нефти в США ожидается снижение цен в период до 2020 г. с постепенным выправлением до нынешнего уровня к 2040 г.

Рисунок 2.19 – Диапазоны цен безубыточности бюджетов стран-производителей: официальные заявления и экспертная оценка



Расчетная цена: АЦ при Правительстве РФ

Заявленные цены: Правительства Саудовской Аравии, министра финансов Омана Дарвиша аль-Балуши, Emirates NBD, Arab Petroleum Investments Corp., журнала Forbes, министра финансов Кувейта Мустафы аль-Шамали, CIBN, МЭА.

Источник: ИНЭИ РАН и АЦ при Правительстве РФ

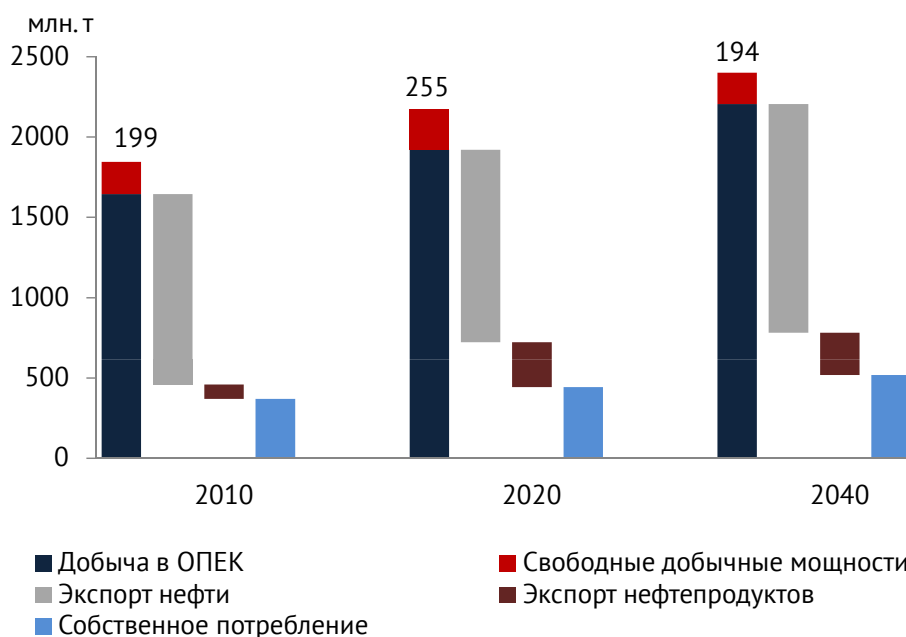
Значительная разница в необходимых для членов ОПЕК ценах может служить сигналом потенциальной нестабильности и несогласованности действий членов организации.

Значительный разброс в оценках между официально заявленными и расчетными (по экспертной методике) ценами безубыточности бюджетов нефтедобывающих стран сам по себе естественен. Официальные цены всегда несут политический оттенок и отражают особенности бюджетного регулирования конкретной страны. Наибольшие разбросы оценок наблюдаются по странам, которые не являются моноэкспортерами, или по странам с нестабильной политической обстановкой.

Фактически в ОПЕК формируются два «полюса» по уровню требуемых цен среди крупных экспортеров: с одной стороны, находятся страны, крайне чувствительные к снижению цен, – Иран, Алжир, Венесуэла, а с другой – менее чувствительные, готовые функционировать в условиях сравнительно невысоких цен. Крайне важно отметить, что во вторую группу в прогнозируемый период входит Саудовская Аравия (Рисунок 2.19).

Такая разнонаправленность интересов может привести к противоречиям внутри организации и потере влияния на мировой рынок для ряда ее членов или для всех стран ОПЕК. К тому же ведущие производители ОПЕК в последние годы запустили ряд проектов по переработке, фактически превращаясь из нефтедобывающих стран в «вертикально интегрированных поставщиков» (Рисунок 2.20).

Рисунок 2.20 – Нефтяной баланс ОПЕК



Источник: ИНЭИ РАН

На прогнозируемый период потенциал влияния на цену со стороны ОПЕК оценивается в 2–9 долл. 2010/барр. в среднегодовых значениях при значительных изменениях объемов свободных добывающих мощностей.

Для стран – членов ОПЕК, несмотря на не самую благоприятную ценовую ситуацию в базовом сценарии, рынки сбыта расширяются. С одной стороны, это происходит под влиянием растущего спроса в АТР и собственного спроса. С другой стороны, картель может частично компенсировать потери доходов из-за отсутствия роста цен нефти за счет ввода нефтеперерабатывающих мощностей и реализации на экспортном рынке произведенных нефтепродуктов.

В целом можно констатировать – происходит перераспределение влияния между группами стран и межстрановыми организациями.

Может ли ОПЕК повлиять на цены нефти?

Реальная возможность влиять на цену нефти у членов организации уже сейчас вызывает сомнения. ОПЕК имеет по большому счету только один инструмент влияния – квоты на добычу нефти для членов организации, или «контроль» над свободными добычными мощностями. Исходя из объема прогнозируемых свободных добычных мощностей (190–250 млн т) потенциал влияния картеля на цены можно оценить на весь период следующим образом:

- **повышательное** влияние на балансовые цены картель может оказывать только при полной согласованности действий и уменьшении квот на добычу на весь объем свободных мощностей от «базовых значений». Это повысит цены на 5–9 долл. 2010/барр.
- для **понижательного** влияния на балансовые цены (попытка нарастить свою экспортную нишу и вытеснить других игроков за счет демпинга) картель должен повысить квоты на добычу, а значит – уменьшить свободные добычные мощности; при полной согласованности действий цены снизятся не более чем на 2–6 долл. 2010/барр. (Рисунок 2.21).

Рисунок 2.21 –
Изменение балансовой
цены в базовом сценарии
в зависимости от политики
ОПЕК

долл. 2010/барр.



Источник: ИНЭИ РАН

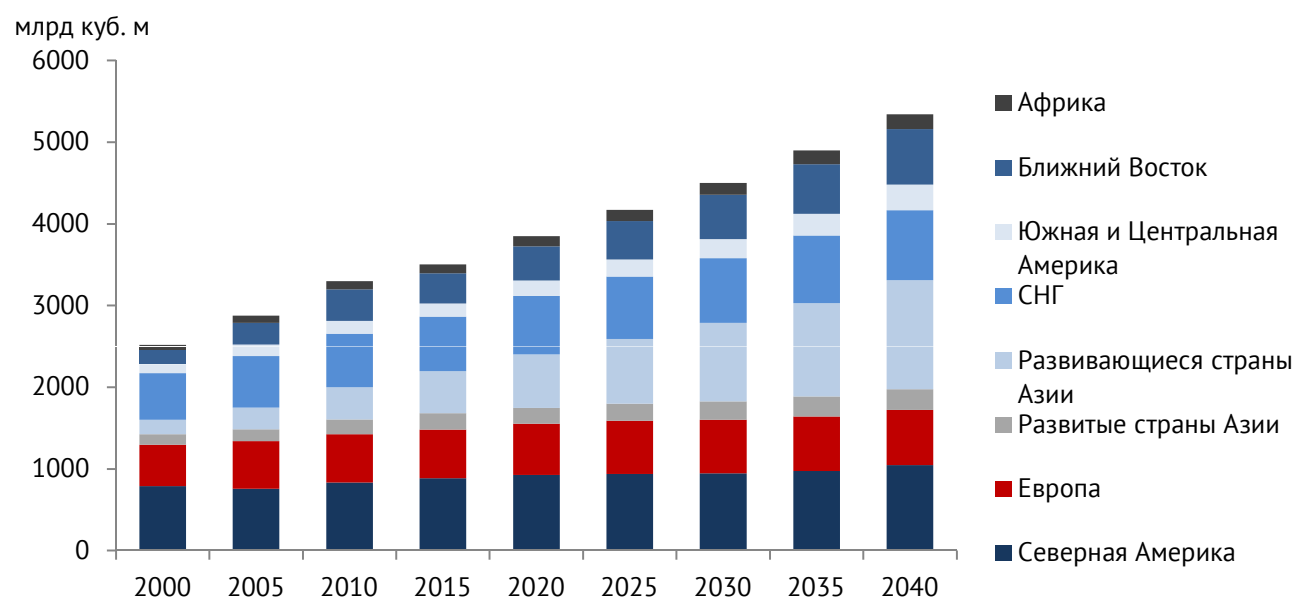
Фактически столь небольшая чувствительность прогнозных балансовых цен к возможным действиям ОПЕК характеризует объективно незначительное влияние нефтяного картеля на мировые цены.

Рынок газового топлива

Спрос на газ

В базовом сценарии к 2040 г. прогнозируется рост мирового потребления газа до 5,3 трлн куб. м – это более чем на 60% превышает уровень 2010 г. Как и по жидким видам топлива, основной прирост спроса (81%) обеспечат развивающиеся страны (Рисунок 2.22). Основным драйвером столь быстрого увеличения спроса на газ во всех регионах будет в первую очередь развитие газовой генерации, обусловленное нарастающей электрификацией и соответствующим ростом потребления электроэнергии, в развивающихся странах также будет быстро расти газопотребление в промышленности. Экологические преимущества газа будут поддерживать (но не определять) его роль на отдельных рынках.

Рисунок 2.22 – Потребление газа по регионам мира, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

В первую очередь перспективы спроса на газ в электроэнергетике будут определяться его ценой. В Европе ожидается стагнация спроса, в Северной Америке – умеренный рост, а в развивающихся странах – стремительное увеличение газопотребления.

В первую очередь перспективы газа в электроэнергетике определяются его ценой: межтопливная конкуренция с углем и субсидируемыми ВИЭ в последние годы не всегда оказывается в пользу газа. Так, в 2009–2013 гг. в Европе низкие цены на энергетический уголь (спровоцированные вытеснением угля с американского рынка дешевым сланцевым газом) сделали непривлекательной газовую генерацию [15] и уже привели к закрытию ряда газовых электростанций и к стагнации спроса на газ в регионе².

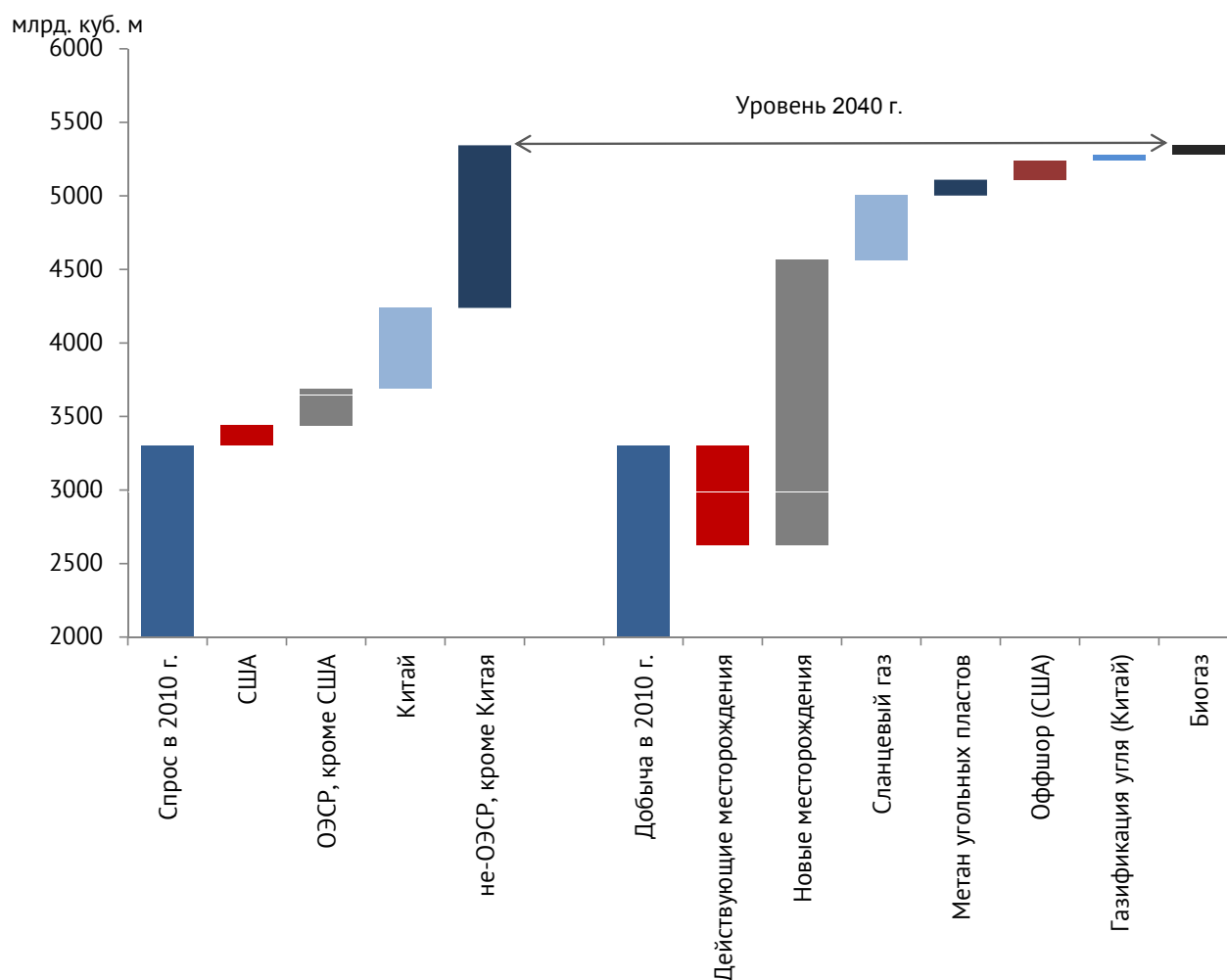
Снижение ожидаемых темпов экономического роста в Еврозоне и неоднозначность европейской энергетической политики, направленной в первую очередь на декарбонизацию экономики с сокращением роли ископаемых видов топлива, ведут к сдержанным оценкам перспектив газопотребления в регионе – по нашим расчетам, среднегодовые темпы роста европейского спроса на газ составят не более 0,5% (суммарный прирост – всего 15% с 2010 по 2040 г.).

Среди остальных стран ОЭСР только страны Северной Америки будут демонстрировать относительно высокие темпы роста – в среднем 0,8% в год, что обусловлено избытком предложения и низкими ценами газа. Спрос на газ в регионе растет во всех секторах – помимо электроэнергетики (с вытеснением угля) активно развиваются промышленное потребление, в том числе в качестве сырья для газохимии, а также использование газа на транспорте.

Еще интенсивнее потребление газа растет в развивающихся странах: в азиатских оно увеличится более чем втрое, удвоится в Южной и Центральной Америке, вырастет на 75–78% на Ближнем Востоке и в Африке (Рисунок 2.23).

² Если в США к выпуску Прогноза-2013 цена на уголь выше цены на газ, то в Европе с учетом снижения платы за выбросы CO₂ до 3 евро за тонну генерация переходит на уголь.

Рисунок 2.23 – Баланс спроса и предложения на газ в 2040 г., базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Добыча сланцевого газа в США

США продолжают наращивать добычу сланцевого газа, невзирая на произошедшее снижение цен и явный избыток предложения на рынке – в 2012 г. его среднегодовая добыча по данным Департамента Энергетики США составила около 260 млрд куб. м [10]. США несколько лет назад вышли на первое место в мире по добыче газа, однако в базовом сценарии не смогут сохранить его до конца периода.

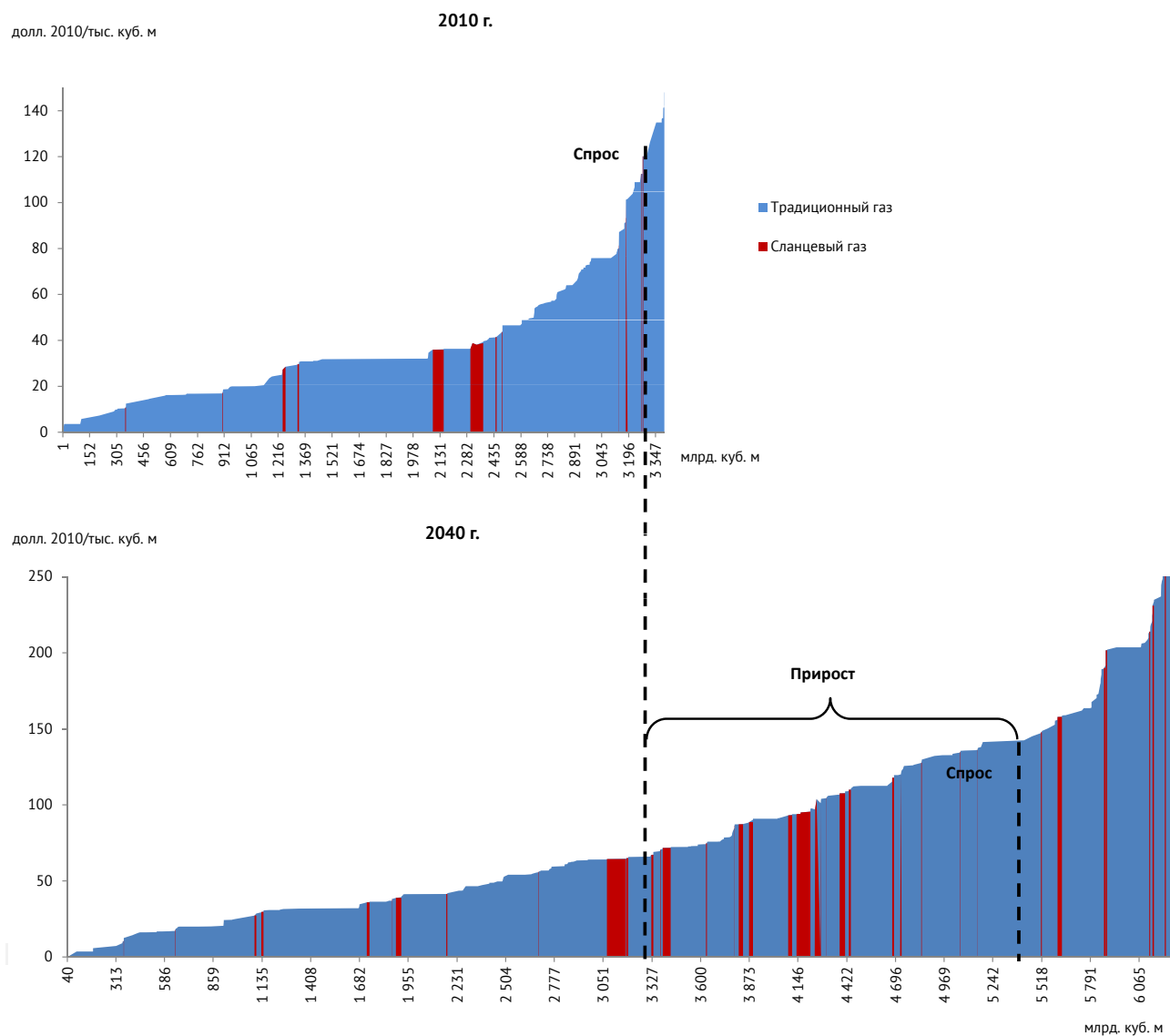
В перспективе в базовом сценарии ожидается стабилизация и даже небольшое снижение добычи газа в США после 2020 г. с последующим медленным ростом до 870 млрд куб. м к 2040 г. Прирост будет обеспечен именно за счет сланцевого газа, добыча которого достигнет 485 млрд куб. м к 2040 г. (Рисунок 2.24).

Рисунок 2.24 – Прогноз добычи газа в США, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 2.25 – Кривая предложения (цена производства) природного газа в мире, базовый сценарий



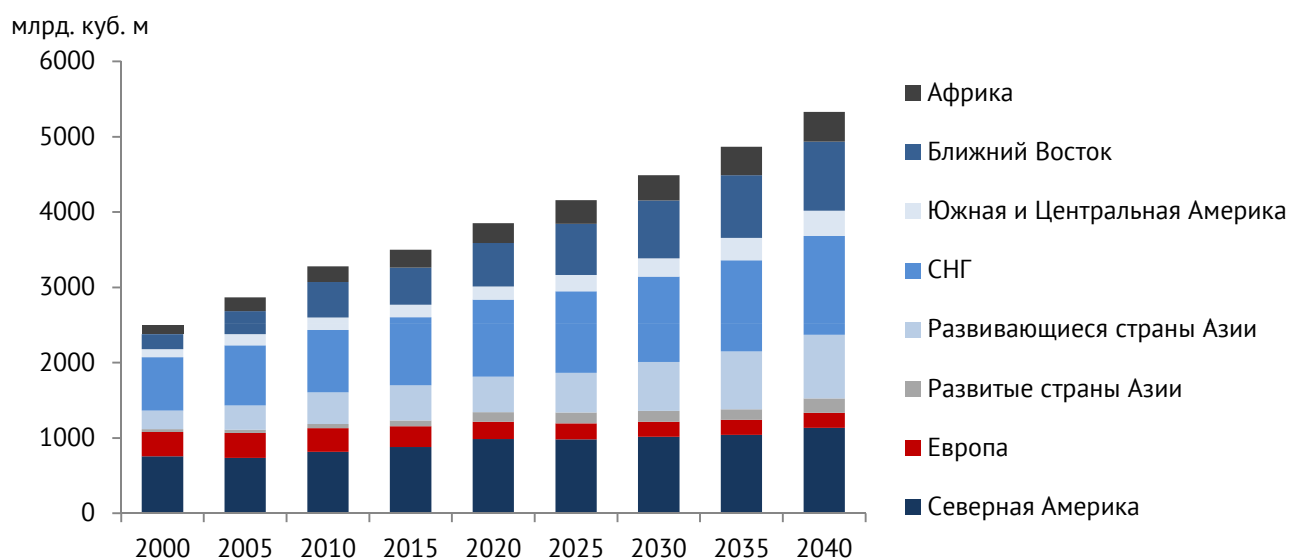
Источник: ИНЭИ РАН

Предложение газа

Анализ месторождений и районов добычи газа показывает, что в мире потенциально существуют достаточные объемы его доступных запасов, которые можно добыть к 2040 г. по цене ниже 150 долл./тыс. куб. м (Рисунок 2.25).

В базовом сценарии все регионы мира (за исключением Европы) заметно наращивают производство газа (Рисунок 2.26), лидерами по его приросту станут помимо традиционных поставщиков (СНГ и Ближний Восток – 59% и 95% соответственно к 2040 г.) еще и развивающиеся страны Азии (+202%). Следом за ними идет Северная Америка с ростом добычи на +39%.

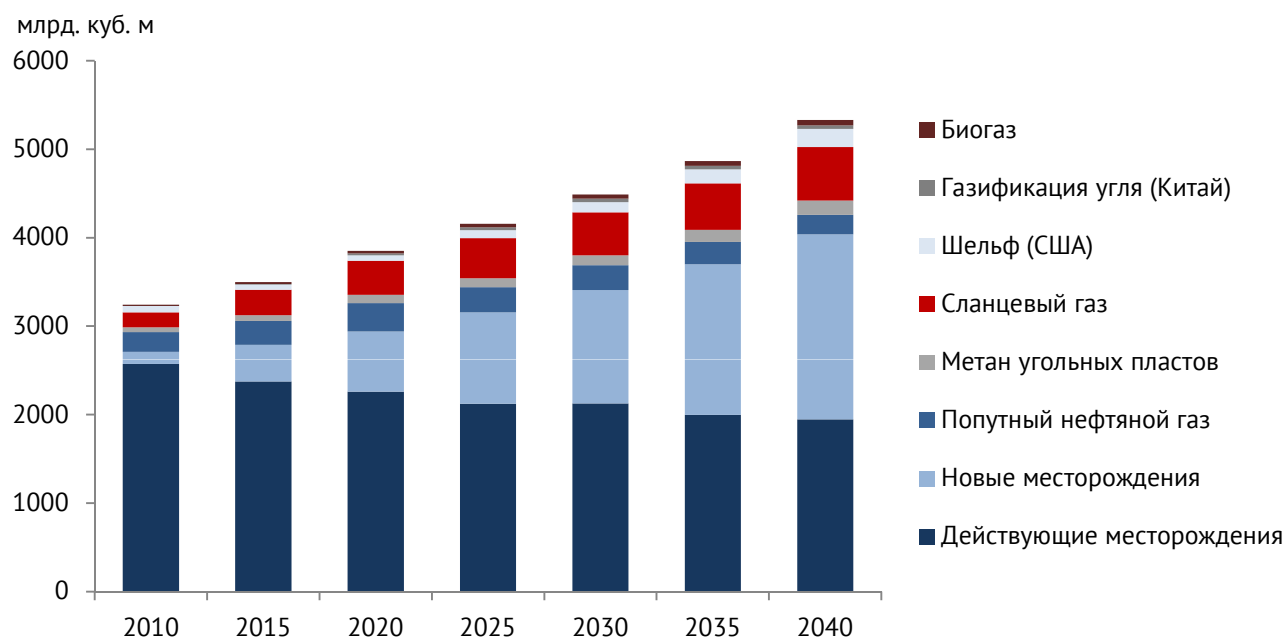
Рисунок 2.26 – Производство газа по регионам мира, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Основной прирост добычи обеспечат новые месторождения традиционного газа и дальнейшее расширение добычи нетрадиционного газа, который к концу периода обеспечит 15% мировой газодобычи (11% – сланцевый газ, 3% – метан угольных пластов и 1% – биогаз) (Рисунок 2.27).

Рисунок 2.27 – Производство газа по источникам, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

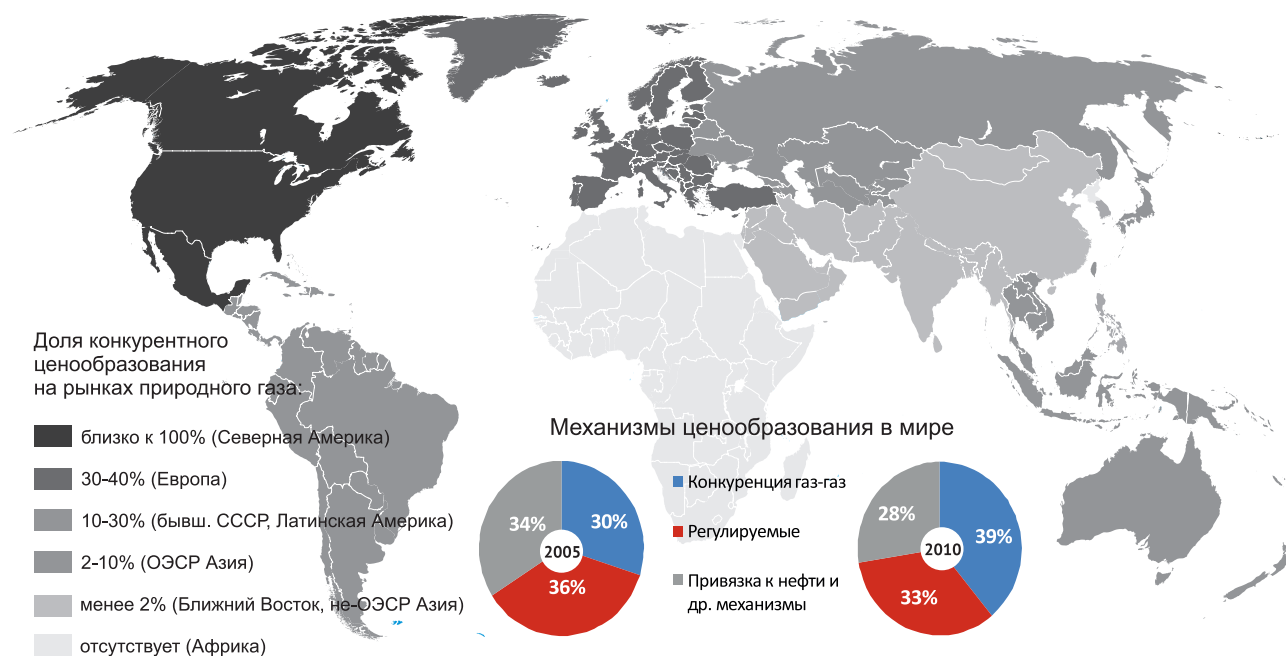
Наибольший прирост нетрадиционной добычи покажет Северная Америка. Прочие регионы мира находятся лишь на начальном этапе геологоразведочных работ, что сопряжено с высокой неопределенностью потенциала сланцевой газодобычи и регуляторных ограничений в каждом конкретном регионе. В базовом сценарии предполагается, что добыча сланцевого газа за пределами Северной Америки осуществляется только в Аргентине, Китае, Индии, ЮАР, Австралии и странах Европы и к 2040г. не превысит в сумме 70 млрд куб. м.

При этом и добыча газа на новых традиционных месторождениях будет становиться все более высокотехнологичной – необходимо будет осваивать глубоководные месторождения, более сложные геологические структуры, а также месторождения, расположенные в тяжелых природно-климатических условиях.

Цены газа

В настоящее время в мире наблюдается трансформация различных региональных систем ценообразования на газ – в первую очередь за счет постепенного расширения торговли на основе конкуренции «газ – газ». Однако более 60% газа в мире по-прежнему реализуется по регулируемым ценам, или в привязке к нефтяным индексам, или с использованием других механизмов (Рисунок 2.28).

Рисунок 2.28 – Действующие системы ценообразования на газ в мире и изменения в 2005–2010 гг.



Источники: ИНЭИ РАН, IGU 2009–2012 Triennium Work Report, June 2012

В настоящее время усиливается ценовая регионализация газовых рынков, определяемая не только действующими механизмами регулирования и ценообразования, но и уровнем цен:

- минимальные цены установились в последние годы на рынке США со спотовым ценообразованием за счет дешевой внутренней добычи;
- средний уровень цен – на европейском рынке с гибридным ценообразованием (когда примерно половина газа поставляется на рынок по спотовой индексации, а вторая половина – в привязке к ценам корзины нефтепродуктов) и временным избыточным предложением газа;
- максимальные цены отмечаются на азиатском рынке, где торговля осуществляется преимущественно с привязкой к ценам нефти;
- правительства большинства стран нетто-экспортеров газа и многих развивающихся стран-импортеров стремятся удерживать на внутреннем рынке цены ниже мировых для поддержки других отраслей экономики и снижения социальной напряженности.

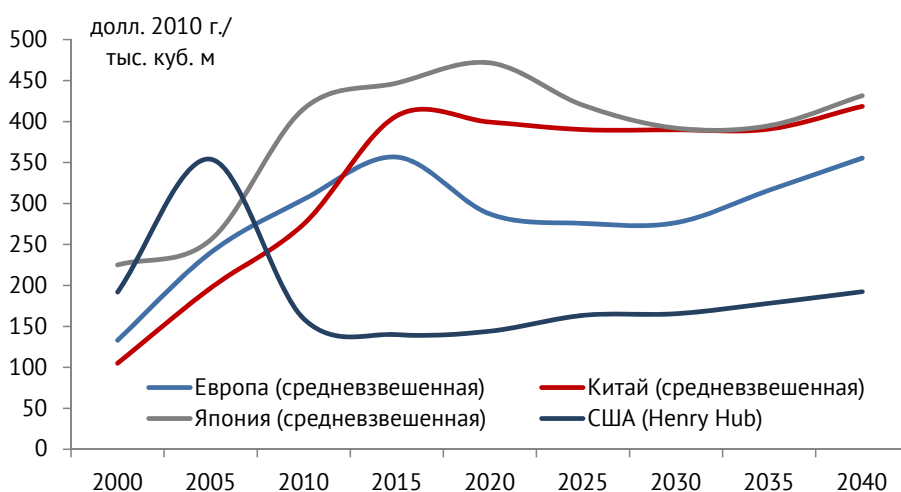
На перспективу до 2040 г. нет достаточных предпосылок для формирования единого мирового газового рынка и единой цены на газ.

Дальнейшие изменения региональных механизмов ценообразования будут идти, по всей видимости, в направлении увеличения доли спотовых поставок на всех рынках. Быстрое развитие рынка СПГ и его глобализация будут усиливать этот процесс, причем не только в Европе, но и в АТР, где потребители на фоне высоких цен ищут любую возможность снизить свои счета. При этом для значительной части развивающихся стран можно ожидать сохранения существенной доли торговли газом на внутренних рынках с ценообразованием на основе государственного регулирования, конкуренции на замкнутом внутреннем рынке или привязки к внешнему рынку с понижающими коэффициентами.

Модельные расчеты подтвердили, что в базовом сценарии сохранится происшедшее в 2006–2008 гг. существенное разделение региональных цен на газ. Основной причиной этого является высокая цена транспортировки газа, которая при межконтинентальных поставках добавляет к цене газа более 150 долл./тыс. куб. м. Соответственно высокая стоимость транспортировки способствует регионализации рынков и не позволяет создать единый ликвидный рынок. А в условиях ограниченных возможностей перенаправления и высокой взаимной зависимости поставщиков и покупателей при трубопроводных поставках и по-прежнему ограниченной гибкости рынка СПГ традиционный механизм привязки к альтернативным видам топлива позволит повысить предсказуемость и снизить инвестиционные риски производителей, а также упростить для них финансирование проектов.

В Европе и в АТР к концу прогнозного периода ожидается довольно заметный рост цен (Рисунок 2.29), обусловленный необходимостью вовлечения новых, более дорогостоящих месторождений для удовлетворения спроса. В этих условиях североамериканский рынок фактически замыкается в ценовом диапазоне, определяемом собственной добычей, в США на весь прогнозный период сохранятся наиболее низкие цены, которые, тем не менее, также будут расти к концу периода. В Европе в период 2015–2030 гг. прогнозируется некоторое снижение цен, обусловленное вялым спросом и избыточным предложением газа, в то время как в АТР на фоне быстрого роста спроса, стимулирующего ввод большого числа новых, в том числе достаточно дорогих, проектов добычи, наоборот, ожидается сохранение дополнительной премии до 2020–2025 гг.

Рисунок 2.29 – Прогнозные средневзвешенные* цены на газ по региональным рынкам, базовый сценарий



* Средневзвешенные между ценами долгосрочных контрактов, привязанных к альтернативным видам топлива, и спотовыми ценами с учетом объемов потребления.

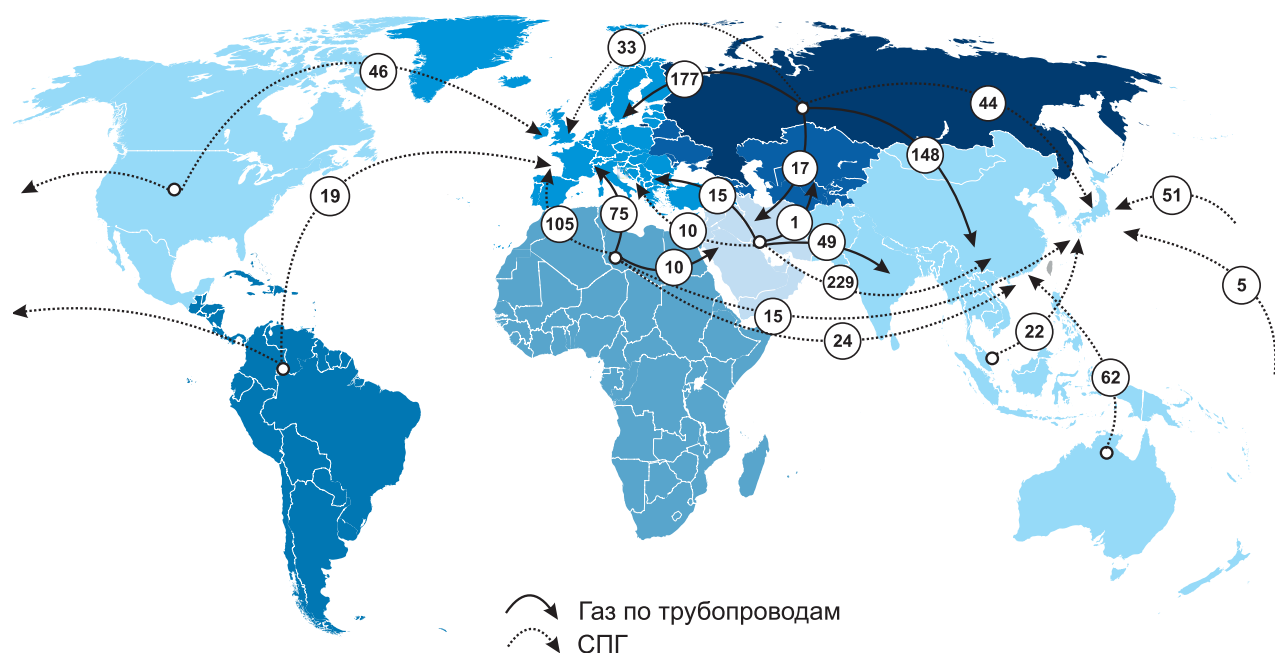
Источник: ИНЭИ РАН

Международная торговля

В фокусе следующих трех десятилетий международной торговли газом будет главным образом Азия, которая согласно расчетам должна нарастить нетто-импорт почти на 500 млрд куб. м к 2040г., что влечет за собой необходимость формирования огромной новой инфраструктуры и путей доставки.

Развитие сланцевой газодобычи в США, даже оставаясь региональным явлением, уже косвенно оказало значительное влияние и на мировые рынки, прежде всего в части перераспределения потоков СПГ. Это влияние только возрастет с возможным началом экспорта СПГ из США и Канады с 2016–2018 гг., который, скорее всего, пойдет на премиальные рынки АТР, Латинской Америки и Европы (Рисунок 2.30).

Рисунок 2.30 – Межрегиональная торговля газом в 2040г., базовый сценарий, млрд куб. м



Источник: ИНЭИ РАН

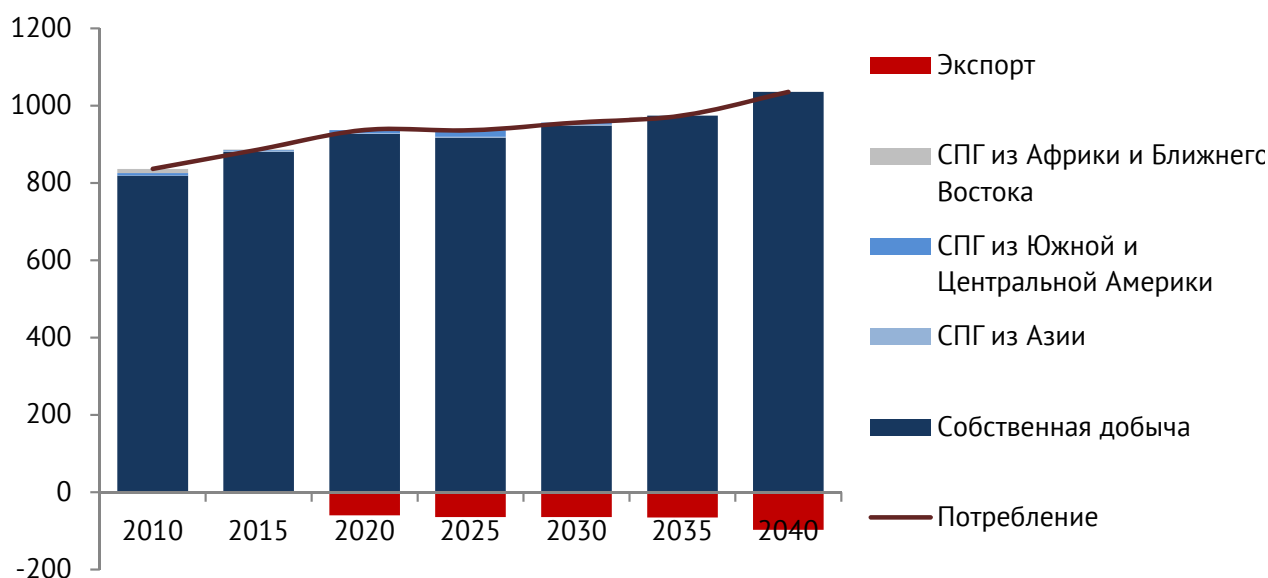
В перспективе появление новых крупных игроков на рынке СПГ (помимо США и Канады это Австралия, которая к 2018г. обгонит Катар по объему мощностей сжижения, а также Восточная Африка) достаточно сильно перекроит направления поставок традиционных производителей, которые все больше будут ориентировать свой экспорт на Азию.

Положение основных участников рынка

В базовом сценарии наиболее влиятельными участниками газового рынка в рассматриваемой перспективе, помимо России, станут США и Китай. США, уступая России по объемам добычи и экспорта газа к 2040г., тем не менее, заметно усилят свое влияние за счет выхода на рынок СПГ. Северная Америка обеспечит полную самодостаточность, снизив зависимость от любых внешних поставщиков, и сможет при этом отправлять на рынки около 100 млрд куб. м (Рисунок 2.31), гибко реагируя на изменения рыночной конъюнктуры и оперативно перенаправляя поставки на наиболее прибыльные рынки.

Рисунок 2.31 – Баланс газа на рынке Северной Америки

млрд. куб. м



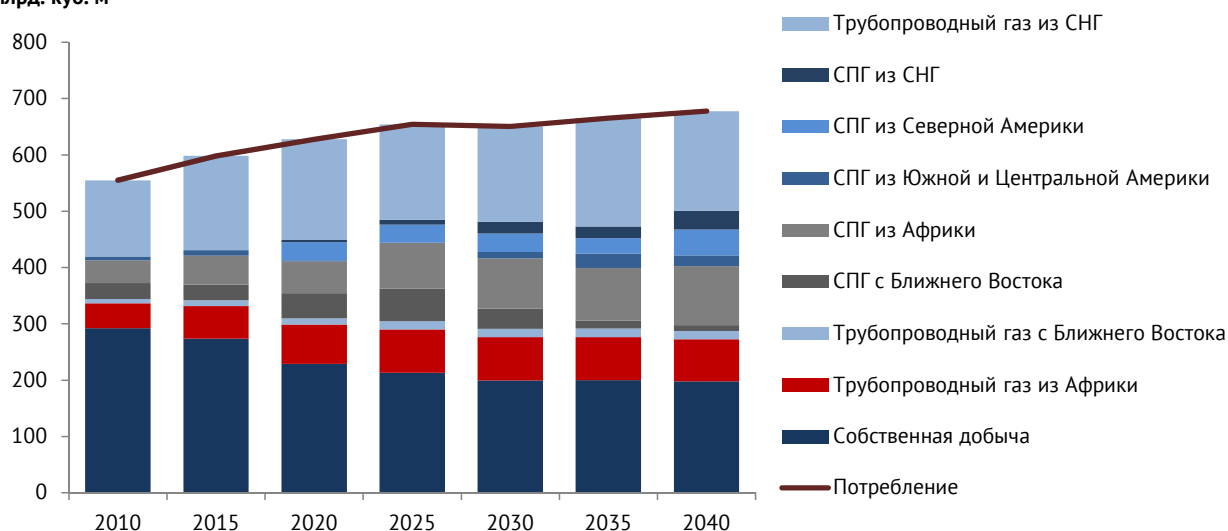
Источник: ИНЭИ РАН

В результате весьма вероятно, что американские спотовые цены (с добавлением затрат на сжижение и транспортировку) станут своеобразным «потолком» цен на рынках Тихоокеанского и Атлантического бассейнов, т.к. при превышении этого уровня американские заводы СПГ будут поставлять на рынок довольно существенные объемы газа, сбивая цены до желательного уровня. Таким образом, США получают возможность влиять на ценовую ситуацию на основных газовых рынках, а американский спотовый индекс может стать ценовым ориентиром для других рынков.

Европейский рынок демонстрирует невысокие темпы роста, но на фоне падения собственной добычи неизбежно будут расти его потребности в импорте газа (Рисунок 2.32). Часть из них будут покрываться трубопроводным газом, но все растущая доля (31% от европейского потребления к 2040 г.) – за счет поставок СПГ.

Рисунок 2.32 – Баланс газа на рынке Европы

млрд. куб. м

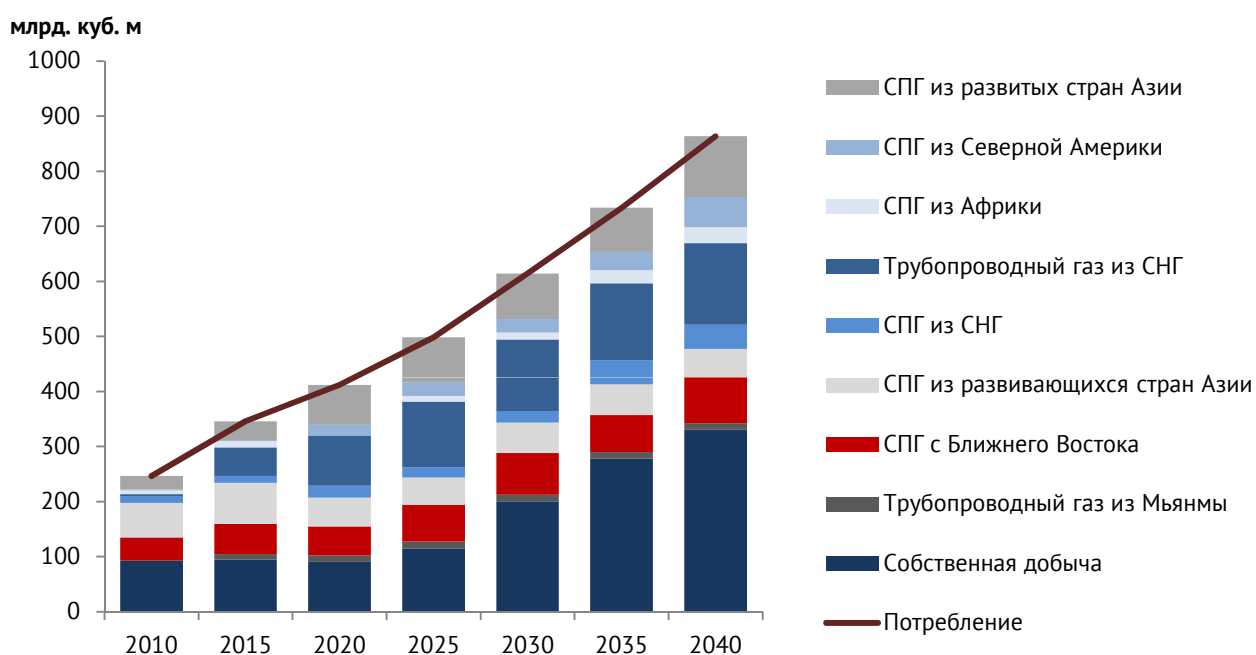


Источник: ИНЭИ РАН

Рынок Северо-Восточной Азии (Рисунок 2.33) будет самым быстрорастущим – он выйдет на второе место в мире по емкости, в том числе из-за бурного роста спроса в Китае.

Наличие в Китае собственных больших запасов нетрадиционного газа и стремление их активно разрабатывать в сочетании с успешной политикой диверсификации импорта, опережающим развитием инфраструктуры и реформой ценообразования на внутреннем рынке делают Китай наиболее сложно прогнозируемым, но при этом все более важным для мирового рынка игроком. При этом Китай усиливает позиции в других регионах за счет участия своих национальных компаний в разработке газовых ресурсов и обеспечения поставок по долгосрочным контрактам с заниженными ценами.

Рисунок 2.33 – Баланс газа на рынке Северо-Восточной Азии



Источник: ИНЭИ РАН

Страны ОПЕК на газовом рынке отчетливо теряют свои позиции как из-за появления новых мощных игроков (США, Австралия), так и из-за взрывного роста внутреннего спроса на газ и необходимости удовлетворять его для избежания социальных проблем даже в ущерб экспорту газа.

Россия в данном сценарии останется важнейшим участником газового рынка, сохраняя лидерство по добыче и по экспорту (хотя ее экспортные показатели будут несколько ниже цифр, принятых в официальных прогнозах). Однако переговорные позиции РФ ослабевают, так как осуществленные инвестиции в дорогостоящие проекты, которые будут маргинальными на всех экспортных рынках, делают ее заложницей даже не очень сильных колебаний рыночной конъюнктуры – ведь именно российский газ будет в этом случае вытесняться с рынка более дешевыми поставщиками.

Рынок твердых видов топлива

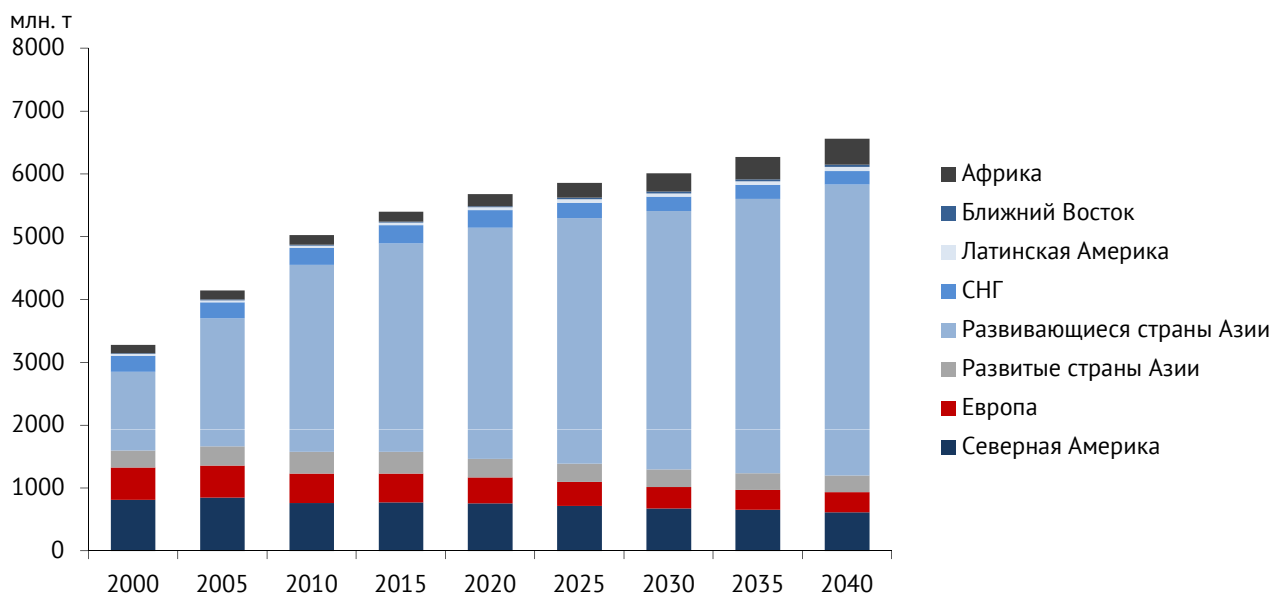
До 1960 гг. твердые топлива (в основном уголь) обеспечивали основную часть энергопотребления в мире в силу их экономической и технологической доступности, но вплоть до 1980 гг. доля твердых топлив в мировом энергобалансе сокращалась. Однако в последние 30 лет она стабилизировалась на уровне примерно 25% первичного энергопотребления. При этом в 2000–2010 гг. твердые топлива демонстрировали самые высокие абсолютные объемы прироста (почти половина суммарного прироста энергопотребления), повысив долю до 28%.

По нашим расчетам, в ближайшие три десятилетия твердые топлива сохраняют свою роль в энергетике и будут обеспечивать около четверти мирового спроса на энергоресурсы. При этом основную роль по-прежнему будет играть уголь.

Уголь

Основной прирост мирового потребления угля до 2040 г. обеспечат развивающиеся страны АТР (в особенности Китай и Индия) (Рисунок 2.34). В странах ОЭСР, главным образом в Европе и США, ожидается снижение спроса на уголь.

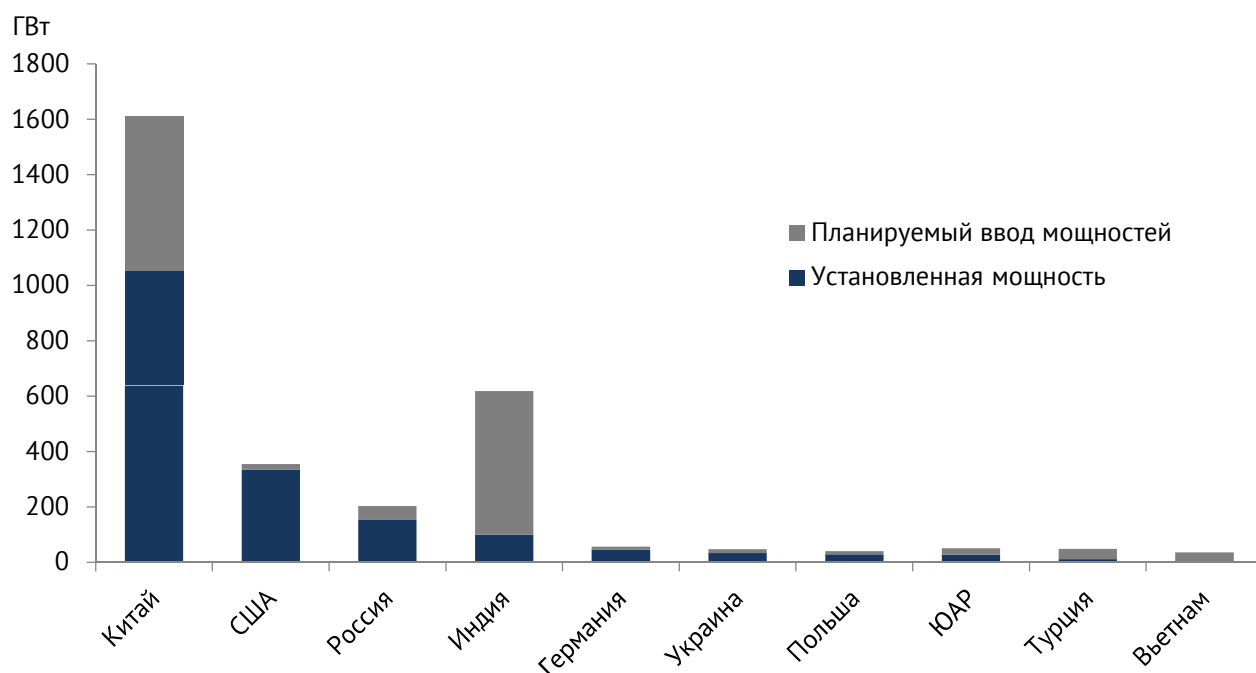
Рисунок 2.34 – Динамика и прогноз спроса на уголь, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Основной рост потребления угля даст электроэнергетика в развивающихся странах АТР. В настоящее время по мощности угольной генерации лидируют Китай, США, Россия и Индия, а планируемые новые мощности в Китае и Индии (более 500 ГВт в каждой стране) делают их абсолютными лидерами (Рисунок 2.35) с долей около 77% всех мировых мощностей угольных электростанций.

Рисунок 2.35 – Установленные и планируемые мощности угольных электростанций

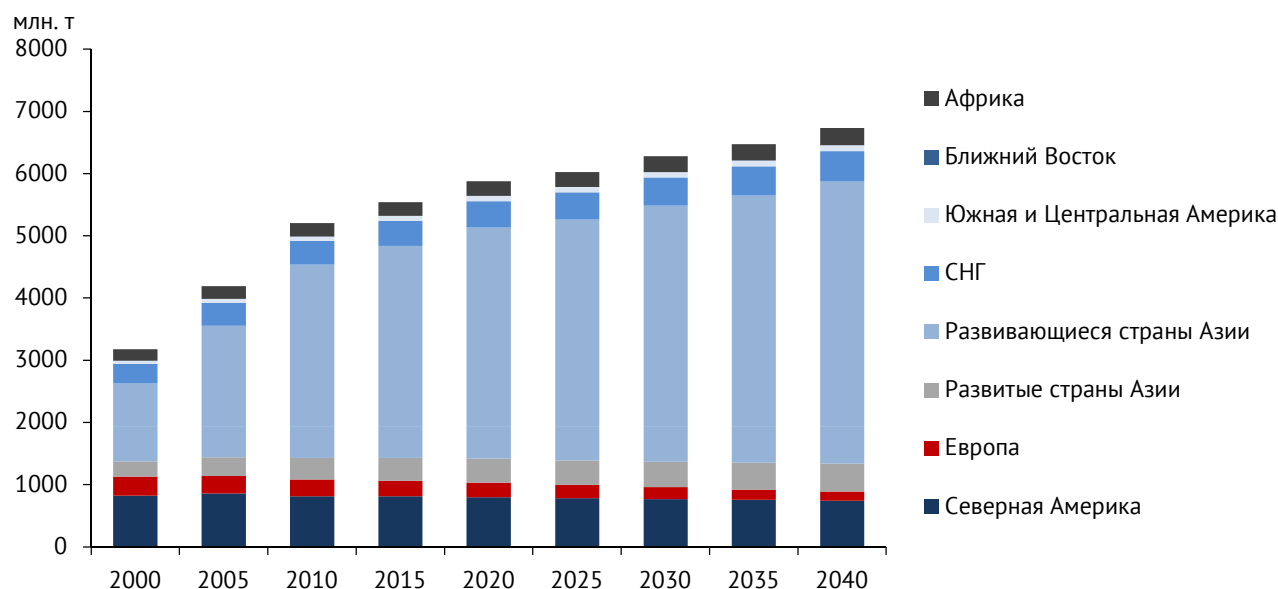


Источник: ИНЭИ РАН

Мировое лидерство по потреблению угля сохраняют страны развивающейся Азии, к 2040 г. их доля составит около 75%.

К 2040 г. развивающиеся страны Азии укрепят лидерство не только в потреблении, но и в добыче угля (Рисунок 2.36). Добыча в Европе снизится вдвое, что, несмотря на снижающийся спрос европейских стран, приведет к потребности в дополнительном импорте угля.

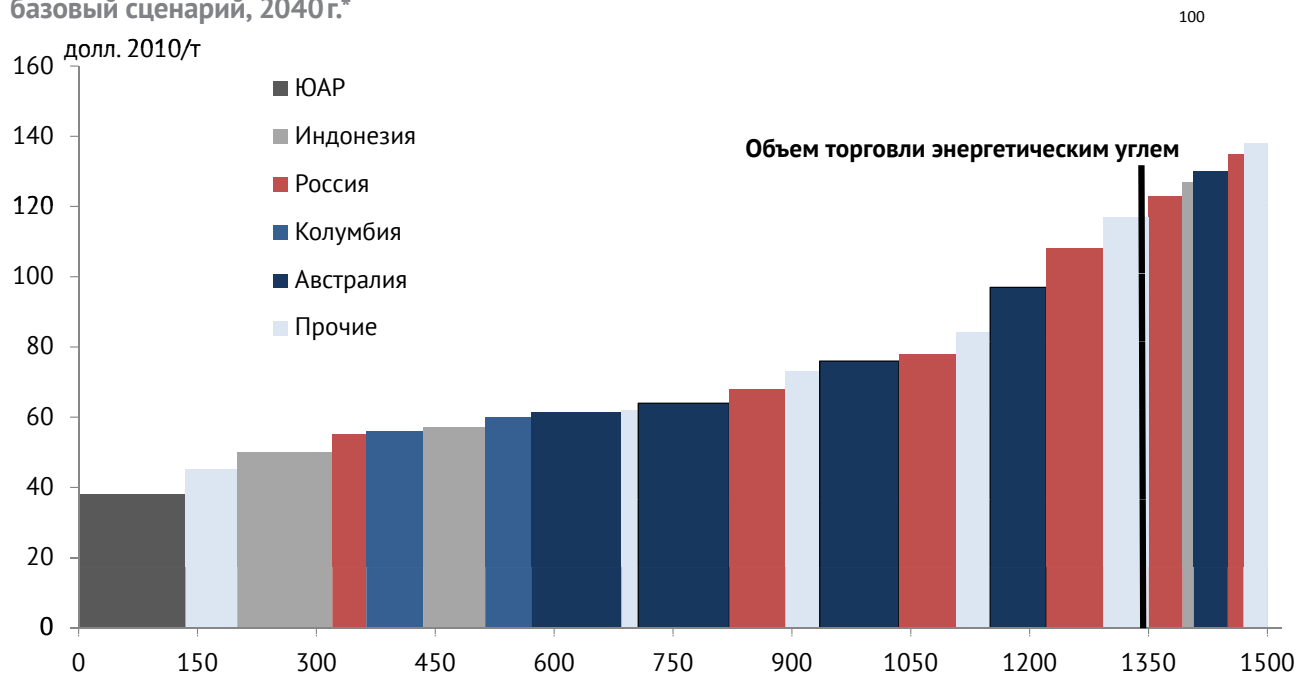
Рисунок 2.36 – Динамика и прогноз добычи угля, базовый сценарий



Источник: ИНЭИ РАН

Согласно базовому сценарию уровень международной торговли энергетическим углем в 2040 г. достигнет 1,4 млрд т, балансовая цена торгуемого угля, рассчитанная на базе равновесия спроса и предложения (Рисунок 2.37), при этом составит не менее 120 долл. 2010/т.

Рисунок 2.37 – Предложение на энергетический уголь в международной торговле, базовый сценарий, 2040г.*



* Указана цена FOB при морской торговле или на границе при сухопутном экспорте.

Источник: ИНЭИ РАН

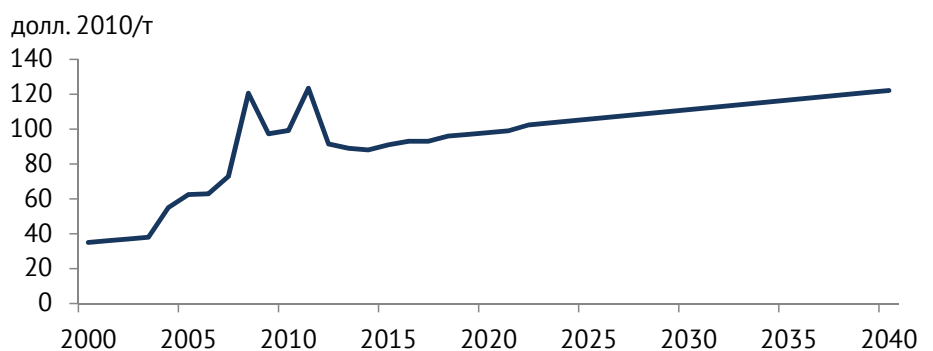
Система ценообразования на уголь в международной торговле

Спотовые цены на уголь формируются регионально, но в целом носят взаимосвязанный характер. Существует несколько базисных торговых площадок. Для экспортеров цены рассчитываются на условиях FOB (основные порты: Ричардс Бей (ЮАР), Боливар (Колумбия) и Ньюкасл (Австралия), а для импортеров – на условиях CIF (АРА – Амстердам, Роттердам и Антверпен и др.). Цены в данных портах определяются соотношением спроса и предложения. В 2008–2012 гг. угольный рынок испытывал ценовые турбулентности под влиянием мирового финансового кризиса, наводнений в Австралии, аварии на атомной станции в Японии, расширения поставок из США и других факторов (Рисунок 2.38). В период до 2040г. ожидается относительно умеренный рост балансовых цен на торгуемый уголь под влиянием растущего спроса и увеличения затрат на добычу.

В рассматриваемый период ожидается умеренный рост балансовых цен на торгуемый уголь до 120–125 долл. 2010/т.

К 2040г. ожидается сохранение действующих торговых площадок в качестве ключевых при перераспределении их долей в мировой торговле. В Европе предполагается уменьшение торговли в треугольнике АРА, а в Азии возможно появление новых центров торговли. В рассматриваемой перспективе предполагается, что структура рынка в значительной степени будет основана на долгосрочных контрактах с фиксированной ценой (Рисунок 2.38), базисом для которой будут цены в конкретных портах (их доля останется на уровне 80%, а спотовых контрактов – 20%).

Рисунок 2.38 – Средневзвешенные импортные цены на энергетический уголь, базовый сценарий

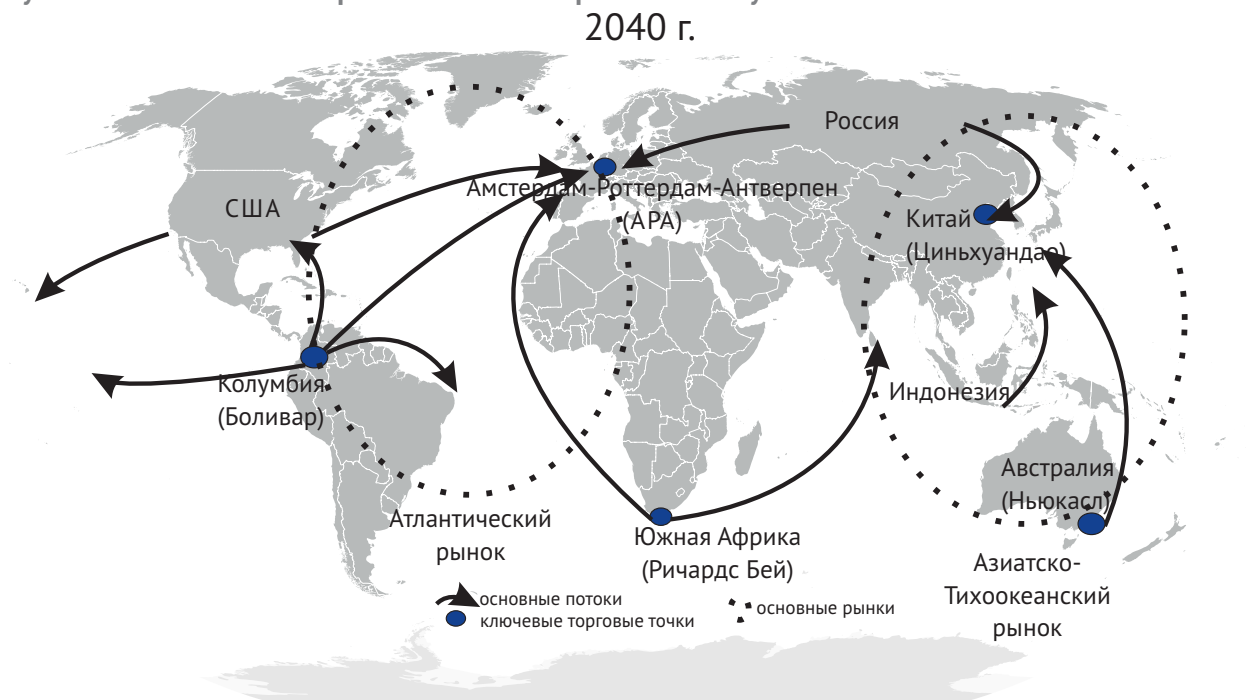


Источник: ИНЭИ РАН

В мировой торговле энергетическим углем преобладающая роль будет у Азиатско-Тихоокеанского региона (более 70%).

Согласно базовому сценарию к 2040 г. мировой угольный рынок сохранит биполярную структуру: Атлантический и Азиатско-Тихоокеанский рынки (Рисунок 2.39). Лидирующее положение будет занимать рынок АТР, доля которого превысит 70% всей мировой торговли энергетическим углем.

Рисунок 2.39 – Основные торговые потоки энергетического угля в 2040 г.



Источник: ИНЭИ РАН

Несмотря на достаточную ресурсную базу угля, ввод новых угледобывающих мощностей ограничен высокой капиталоемкостью ряда проектов. Но в случае повышения цен и наличия спроса ресурсы позволяют существенно расширить добычу.

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 в 2040 г. станет Индия. США остаются экспортером угля, но их роль во многом будет определяться ситуацией на внутреннем рынке и конкурентоспособностью угля по отношению к газу. Сильно на рынок будет влиять ситуация с экологическими требованиями и платой за выбросы. В рассмотренном сценарии не предполагается значительного увеличения платы за выбросы CO₂ и распространения этой практики на весь мир. При предстоящем ужесточении конкуренции угля с газом мы не ожидаем и массового внедрения чистых угольных технологий.

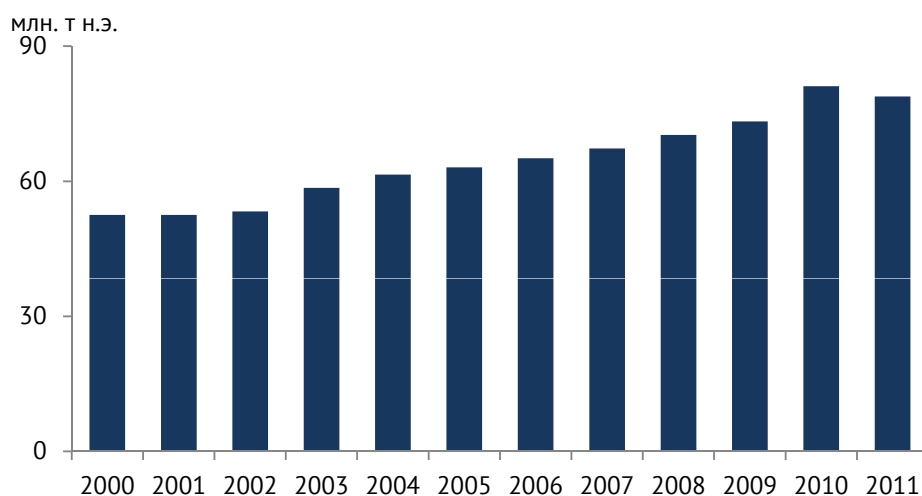
Несмотря на достаточную ресурсную базу, ввод новых добывающих мощностей ограничен высокой капиталоемкостью ряда угольных проектов. Но в случае повышения цен и наличия спроса ресурсы позволяют существенно расширить добычу. Одной из наиболее перспективных стран для наращивания производства при благоприятной конъюнктуре рынков является Россия.

Твердая биомасса

К твердым видам биомассы относятся древесина и продукты ее переработки (пеллеты, брикеты), сухие и высушенные растения и пр. Для бедных стран традиционная биомасса и сегодня остается наиболее доступным ресурсом энергии.

В то же время биомасса, прошедшая переработку (пеллеты, брикеты и пр.), становится все более популярной и в развитых странах. Например, ее производство в ЕС выросло к 2011 г. до 80 млн т н.э. (Рисунок 2.40).

Рисунок 2.40 – Производство твердой биомассы в Европейском союзе



Источник: EurObserv'ER

Для определенных рынков биомасса и твердые бытовые отходы вполне конкурентоспособны с традиционными энергоресурсами [16] (Рисунок 2.41).

Рисунок 2.41 – Удельные дисконтированные затраты производства электроэнергии по видам энергоресурсов, 2012 г.



Источник: World Survey of Energy Technologies, Bloomberg New Energy Finance 2012

Древесные пеллеты

Таблица 2.1 – Спрос на пеллеты до 2040г. по основным регионам потребления, млн т

	2020	2040
ЕС	32	49
Северная Америка	6	14
Восточная Азия	8	20

Источник: ИНЭИ РАН

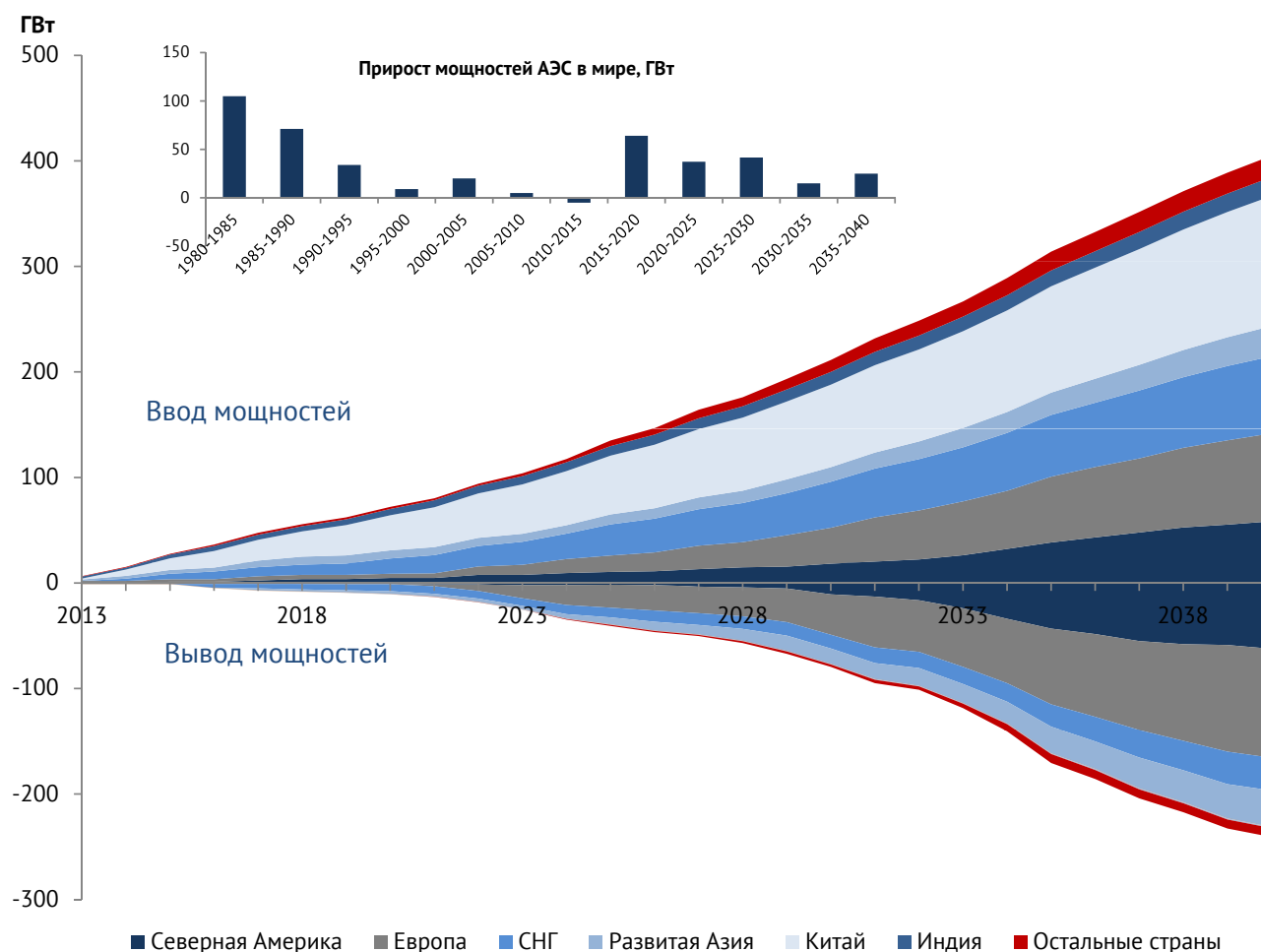
Среди различных видов твердой биомассы широкое распространение получили древесные пеллеты. В 2010г. их производство в мире составило около 15,7 млн т, причем на ЕС пришлось примерно 60%. ЕС является и основным потребителем данного топлива – в 2010г. около 85% мирового спроса. При этом в переводе на энергетический эквивалент стоимость пеллетов примерно в 2 раза превышает стоимость газа.

Всего в мире к 2040г. ожидается потребление 92 млн т пеллет, преимущественно в ЕС, Северной Америке и Восточной Азии (Таблица 2.1).

Атомная энергетика

Атомная энергетика в рассматриваемый период должна начать новый этап развития после почти 60 лет ее функционирования (до 60 лет продлятся и сроки эксплуатации многих действующих сегодня атомных реакторов). Несмотря на продление, в предстоящие десятилетия предстоит вывод очень больших мощностей АЭС, который не во всех регионах будет компенсирован вводом новых блоков (Рисунок 2.42).

Рисунок 2.42 – Динамика ввода и вывода мощностей АЭС по регионам мира накопленным итогом



Источник: ИНЭИ РАН

Наиболее чувствительной будет ситуация в странах ОЭСР, которые не всегда намерены компенсировать выбывающие мощности новыми (Рисунки 2.43 и 2.44). Из-за этого ожидаются случаи скачкообразного кратко- и среднесрочного роста потребности в альтернативных мощностях и наращивании энергетического импорта. Вывод из эксплуатации мощностей в странах ОЭСР в 4 раза превысит вывод в странах не-ОЭСР с более молодыми реакторами.

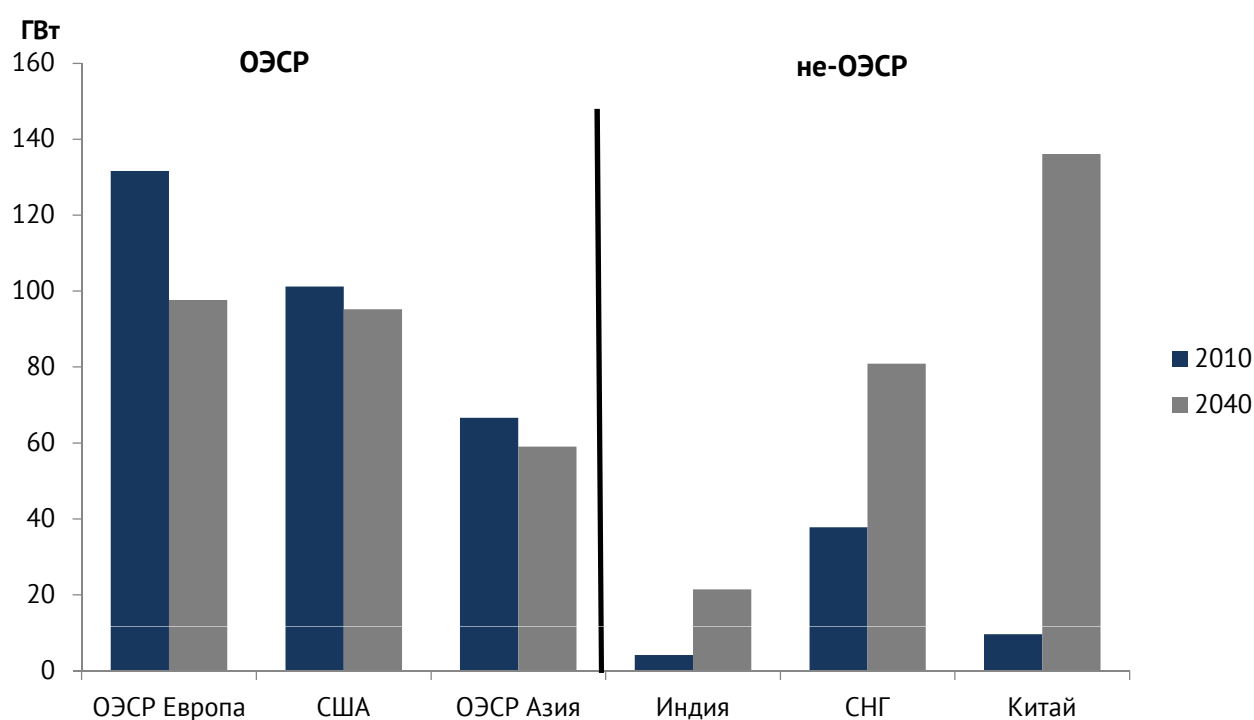
После 2020 г. мир, вероятно, восстановит объемы ввода атомных мощностей, которые были в 1980–90-х гг., главным образом за счет развивающихся стран, а к концу прогнозного периода страны не-ОЭСР по общим атомным мощностям обгонят ОЭСР.

Рисунок 2.43 – Динамика атомных мощностей



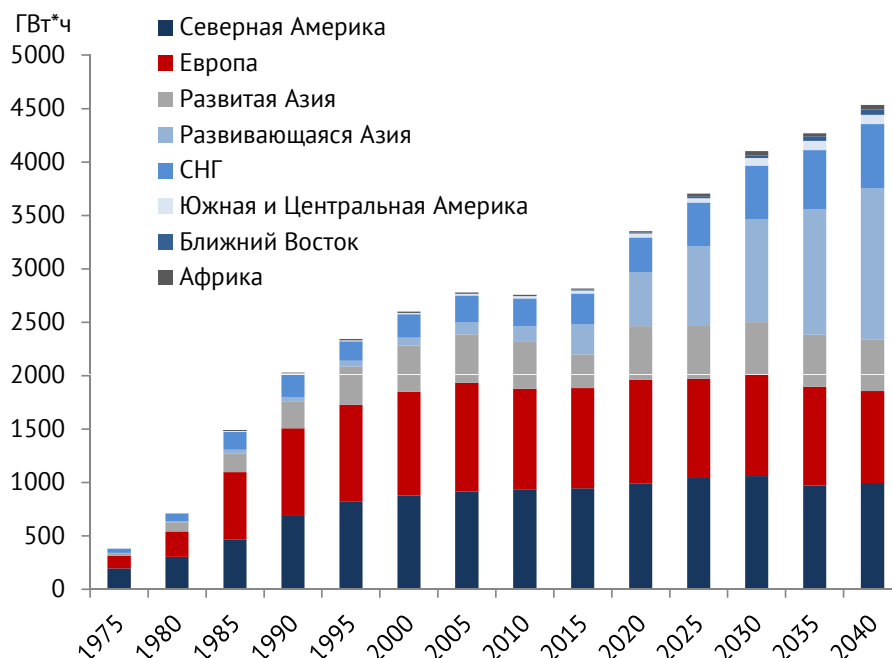
Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 2.44 – Установленная мощность АЭС по группам стран



До 2030 г. в мире ожидается достаточно стабильный прирост выработки электроэнергии на АЭС, в 2030–35 гг. производство стабилизируется из-за большого вывода старых энергоблоков, а в следующую пятилетку темпы роста начнут восстанавливаться. В мировые лидеры ядерной энергетики выйдет развивающаяся Азия (Рисунок 2.45).

Рисунок 2.45 – Производство электроэнергии на АЭС по регионам мира



В базовом сценарии не рассматриваются технологические прорывы в области атомной энергетики, но ожидаются повышение эффективности действующих АЭС и качественное усовершенствование новых, в частности начало промышленного использования реакторов четвертого поколения. Однако значительного влияния на энергобаланс они не окажут, доля таких энергоблоков будет сравнительно мала. Длительный срок эксплуатации АЭС делает периоды смены поколений достаточно затяжными.

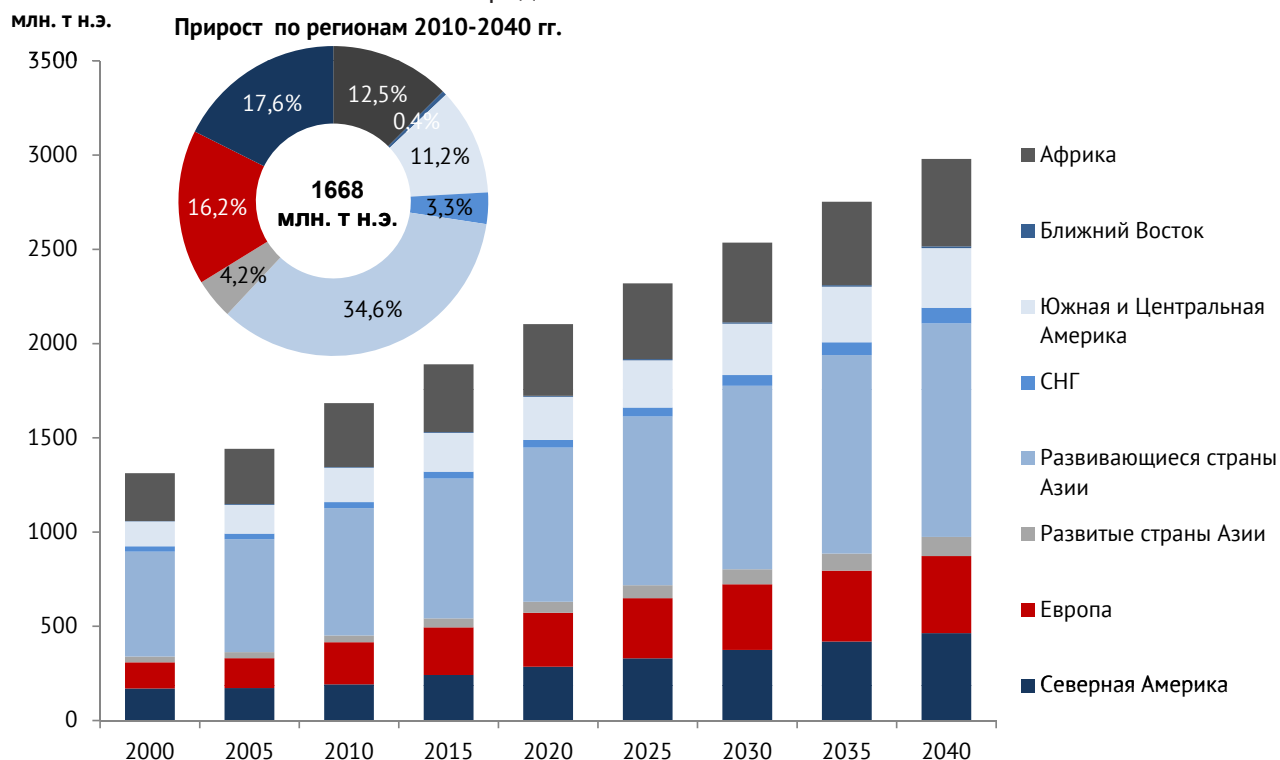
Прогноз основан на предпосылке, что до 2040 г. в мире не случатся аварии 6-го или 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий (INES). В противном случае последуют новые моратории на АЭС, перенос и отмена части новых проектов, а также частичные отказы от продления эксплуатации действующих блоков.

Возобновляемые источники энергии

Возобновляемые источники энергии весьма многообразны и находят применение на разных топливных рынках: биогаз конкурирует на рынке газового топлива, биоэтанол и биодизель – на рынке жидкого топлива, а древесина и пеллеты – на рынке твердого топлива. При описании рынков топлива мы фокусировались на применении отдельных видов ВИЭ, поэтому здесь будут рассмотрены ВИЭ в целом с акцентом на нетопливные, которые используются для производства электроэнергии и тепла (технологии, основанные на преобразовании энергии солнца, ветра, приливов, геотермальных источников и пр.).

Мировое потребление ВИЭ к 2040 г. достигнет почти 3 млрд т н.э., из которых на производство электроэнергии и тепла пойдет 2,7 млрд т н.э., включая 0,5 млрд т н.э. гидроэнергии.

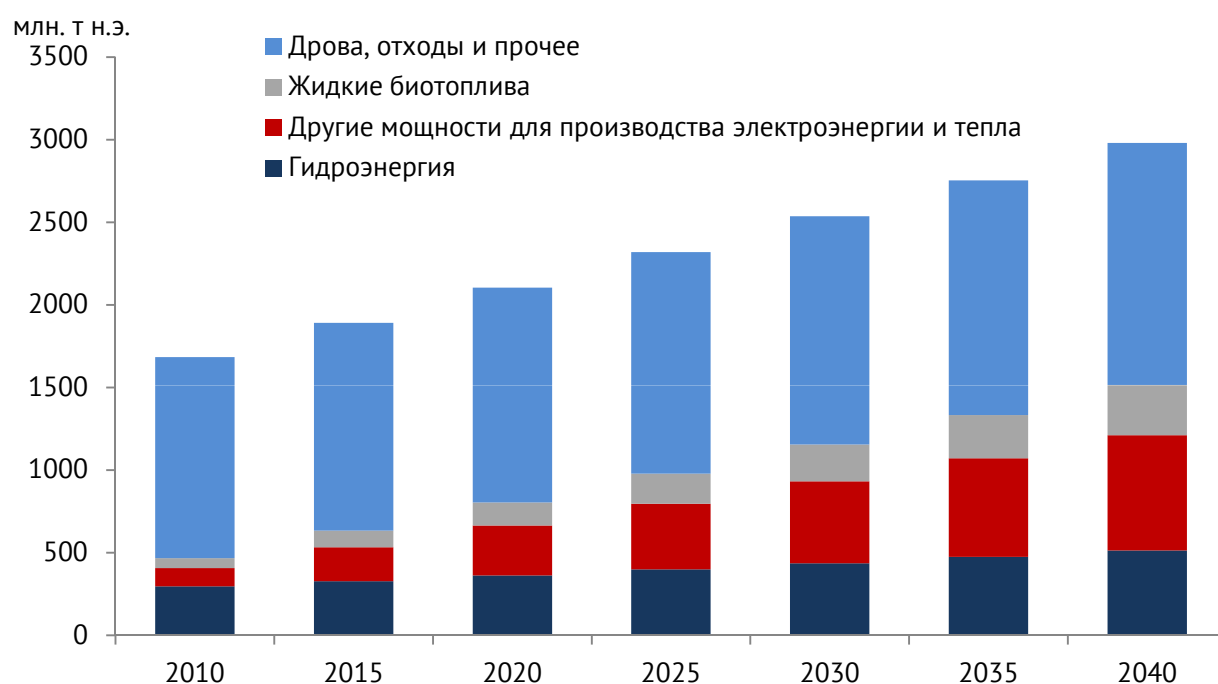
Развитые страны утратят лидирующие позиции по потреблению новых ВИЭ - по сравнению с 2010 г. их доля сократится с 57% до 44%. Доля развивающихся стран в суммарном потреблении ВИЭ (включая гидро-энергию, биотоплива и новые ВИЭ) стабильно высокая (Рисунок 2.46). Развивающиеся страны Азии обеспечат 35% прироста всех ВИЭ, из них 19% придется на Китай.



Источник: ИНЭИ РАН

Использование ВИЭ для производства электроэнергии и тепла будет развиваться быстрыми темпами – прирост к 2040 г. составит 77% (Рисунок 2.47).

Рисунок 2.47 – Потребление ВИЭ по видам, базовый сценарий



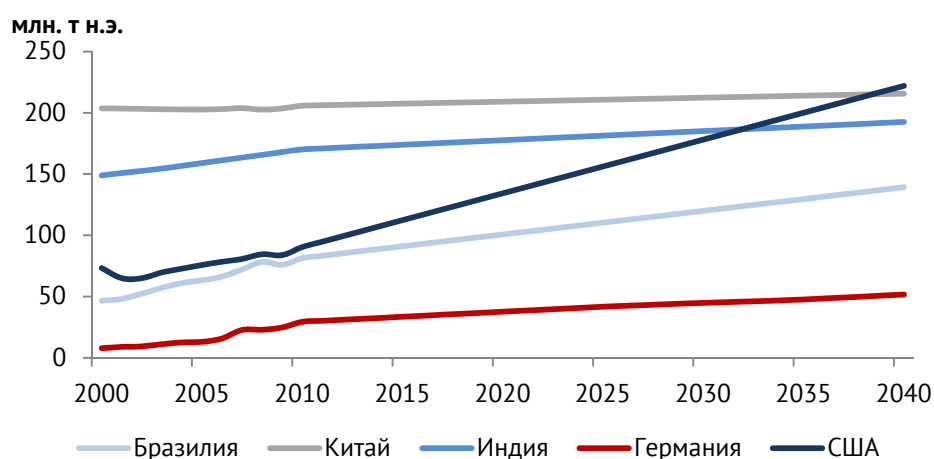
Источник: ИНЭИ РАН

Развивающиеся страны Азии будут расширять использование биоэнергии сдержанными темпами, в отличие от США и некоторых других развитых стран.

Перспективы роста спроса на отдельные виды ВИЭ сильно различаются по регионам. Так, до 2040 г. самый высокий прирост спроса на ВИЭ для получения электроэнергии и тепла ожидается в Китае (увеличение в 4,4 раза), который будет удерживать и лидерство в их мировом потреблении. Иная ситуация сложится в биоэнергетическом секторе, включающем подсекторы «жидкое биотопливо» и «биомасса и отходы». В Китае потребление биоэнергии будет расти очень умеренными темпами (увеличение на 5% за прогнозный период), и хотя большая часть прироста придется на жидкие биотоплива (74%), подавляющую долю в общем объеме продолжит составлять биомасса с отходами (96% к 2040 г.).

В США ожидается другая динамика. В приросте потребляемой биоэнергии 94% придется на жидкие биотоплива, они же в общем объеме потребления биоэнергии составят большую часть (67% к 2040 г.). Кроме того, к 2040 г. США обгонят Китай по показателю совокупного потребления всех видов биоэнергии (Рисунок 2.48).

Рисунок 2.48 – Динамика потребления биоэнергии в отдельных странах, базовый сценарий



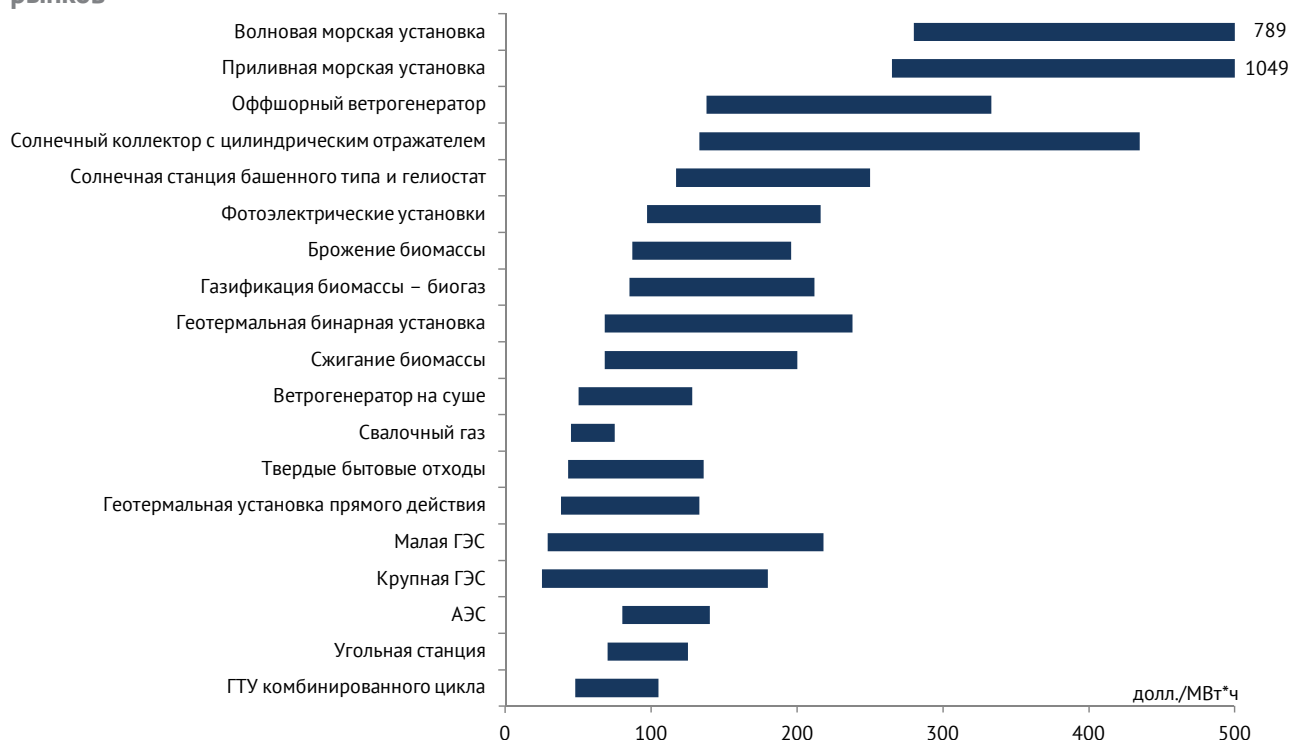
Источник: ИНЭИ РАН

Высокая зависимость от государственной поддержки делает ВИЭ уязвимыми при ухудшении экономической ситуации, когда экономика не позволит обеспечивать требуемую степень поддержки. Хотя развитию ВИЭ будет способствовать совершенствование технологий со снижением издержек, в ближайшие десятилетия значительная часть технологий ВИЭ будет по-прежнему требовать господдержки.

Уровень конкурентоспособности ВИЭ в электроэнергетике хорошо оценивается сравнением с традиционными технологиями по показателю удельных дисконтированных затрат производства электроэнергии, который учитывает капитальные затраты, фиксированные и переменные операционные затраты, налоговую ставку, доступность и эффективность технологии [16]. На развитых рынках наиболее конкурентоспособными среди технологий возобновляемой энергетики являются крупные и малые ГЭС (примерно от 30 долл. США за МВт-ч), удельные дисконтированные затраты которых в некоторых случаях могут быть даже ниже, чем для АЭС, угольных и газовых электростанций (Рисунок 2.47). Некоторые геотермальные установки по экономике могут быть близки к гидроэнергетике, но они ограничены регионами наличия соответствующего ресурса (геотермальных источников). Среди биотехнологий самую «выгодную» по рассматриваемому показателю позицию занимают твердые бытовые отходы и свалочный газ (от 45

долл. США за МВт·ч). Ветрогенераторы на суше, будучи уже достаточно хорошо развитой и распространенной технологией, фактически «вписались» в диапазон удельных дисконтированных затрат для традиционных энерго-ресурсов (50–130 долл. США за МВт·ч).

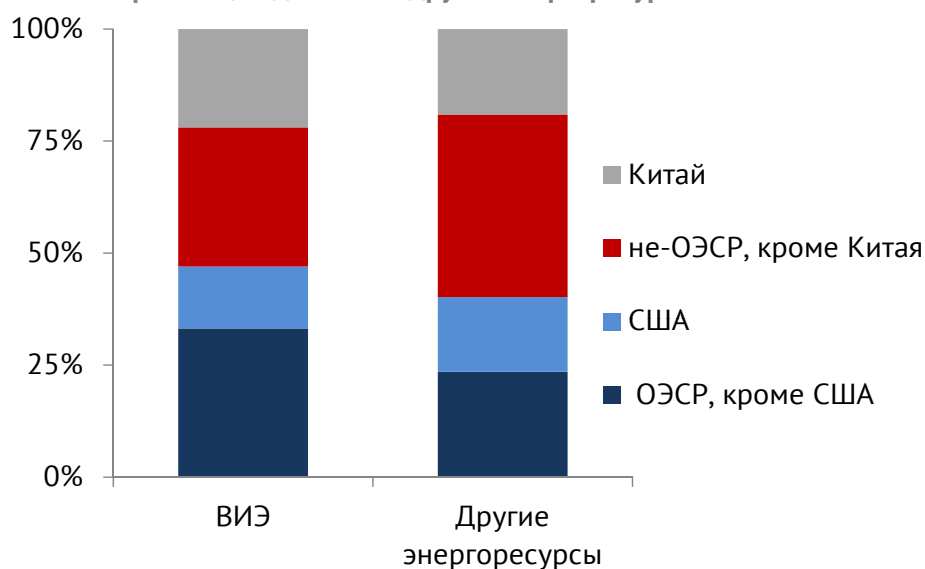
Рисунок 2.49 – Удельные дисконтированные затраты производства электроэнергии для развитых рынков



Источник: World Survey of Energy Technologies, Bloomberg New Energy Finance 2012

За прогнозный период мировые инвестиции в строительство новых электростанций и инфраструктуры оцениваются в 19–20 трлн долл. 2010. Из них на возобновляемую энергетику придется в среднем 32% всех инвестиций, около 6 трлн долл. 2010, 14% которых будет инвестировано в США и 22% – в Китае (Рисунок 2.50).

Рисунок 2.50 – Региональная структура инвестиций в строительство новых электростанций для ВИЭ и других энергоресурсов



Источник: ИНЭИ РАН



Влияние технологических прорывов на энергетические рынки

3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОРЫВОВ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЫНКИ

Роль технологий в развитии энергетики

Роль энергетических инноваций является определяющей в развитии не только мировой энергетики, но и в значительной степени всей цивилизации (Рисунок 3.1). Именно новые энергоносители и энергетические технологии составили основу всех прошедших индустриальных революций. Исследование влияния этих технологических прорывов на конъюнктуру топливных рынков является важной задачей Прогноза-2013.

Рисунок 3.1 – История технологических революций и прорывов*



* Красным цветом выделены революции, черным – прорывы.

Источник: ИНЭИ РАН

В истории развития энергетических технологий мы разделяем понятия «технологическая революция» и «технологический прорыв».

Технологическая революция означает реализацию по меньшей мере трех составляющих:

- комплекс новых технологий, который позволяет осваивать новый, обычно более концентрированный вид первичной энергии с кратным расширением ресурсной базы энергетики;
- выдает конечную энергию гораздо более высокой ценности [17, 18], радикально улучшая производство и быт с резким повышением эффективности труда;
- порождает новые энергетические и сопряженные с ними рынки.

В отличие от революций *технологические прорывы* способствуют значительному расширению экономически привлекательной ресурсной базы или повышению КПД используемых технологий, что в результате приводит к кардинальным изменениям конъюнктуры рынков уже существующих энергоносителей. Но они обеспечивают неполный набор названных компонентов и, как правило, имеют намного меньшие общественные последствия.

Технологические революции и прорывы XX века

За 30 лет на рубеже XIX–XX веков были созданы две поистине революционные технологии, и ныне составляющие основу энергетики, – двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и электроэнергетика. ДВС, обозначив закат века угля и пара, дали могучий импульс наступлению эры нефти и тысячекратному росту децентрализованной (в т.ч. индивидуальной) мобильной энергетики. А крупномасштабное производство электроэнергии тепловыми и гидроэлектростанциями, дальние электропередачи и электрификация всех сфер жизнедеятельности заложили энергетическую базу не только индустриального, но и постиндустриального общества. Электромашины и трансформаторы переменного тока революционизировали стационарную энергетику – были созданы мощные централизованные электросистемы, использующие все без исключения виды первичных энергоресурсов.

Далее до конца XX века шло в основном совершенствование энергетических технологий, сопровождавшееся рядом технологических прорывов. ДВС дополнились газовыми турбинами, реактивными и ракетными двигателями. Электроэнергетика многократно повысила параметры и мощности агрегатов и сетей с созданием трансконтинентальных систем и обеспечила взрывной рост электрофизических технологий – от электролиза материалов, вычислительной техники, телекоммуникаций и систем контроля до эффективных светильников. Газовые турбины дали новый импульс развитию авиации и сформировали спрос на авиационный керосин. Во многом благодаря газовым турбинам была создана современная газотранспортная система, да и газовая промышленность в целом. Разработка газовых турбин большой мощности и их применение в стационарной энергетике позволили перейти с парового цикла на более эффективный парогазовый цикл. КПД лучших образцов парогазовых установок достиг 60% и приблизился к предельным для тепловых машин значениям.

Технические достижения в разведке и добыче жидких и газообразных углеводородов и углей – 3D и 4D геосканирование и численное моделирование с применением суперкомпьютеров, методы физического и химического воздействия на вмещающие породы и извлекаемый флюид с изменением их структуры и свойств, технические средства извлечения углеводородного сырья в экстремальных условиях (с больших глубин, на глубоководных шельфах, при подвижных льдах и т.д.), роботизированные комплексы с дистанционным управлением для подземной добычи углей из маломощных пластов и др. – позволили расширить ресурсную базу углеводородной энергетики.

Во второй половине XX века ждали очередной революции в освоении атомной энергии, ставшей «побочным продуктом» реализации оборонных ядерных проектов. Энергоемкость ядерного топлива на три порядка выше, чем любого органического, однако используется оно пока чрезвычайно неэффективно – в паротурбинном цикле с низкими параметрами пара и КПД всего лишь 32–33%. Таким образом, выполнить второй критерий технологической революции АЭС не удалось. Кроме того, технические сложности с гарантированным обеспечением ядерной безопасности, нерешенные проблемы с утилизацией радиоактивных отходов и незавершенность ядерного топливного цикла не позволили атомной генерации занять доминирующее положение в энергетике, как прогнозировалось в 1970-х гг.

В предстоящие 30 лет в энергетике не ожидается новой технической революции (например, освоения дешевого термоядерного синтеза и, тем более, гравитации), но реальны крупные технологические прорывы. Они уже проявляются при разработке нетрадиционных ресурсов нефти и газа и появлении новых видов моторного топлива, что способно при сохранении растущего спроса существенно замедлить удорожание углеводородов. Такое расширение ресурсной базы и повышение эффективности добычи нефти и газа ведет к кардинальным изменениям конъюнктуры топливных рынков.

Менее определенны, но потенциально более значимы все шире применяемые новые электротехнологии – накопители (аккумуляторы и суперконденсаторы) и топливные элементы (прямое преобразование в электроэнергию химической энергии водородсодержащих веществ). Они дадут импульс массовому применению электроэнергии в мобильной энергетике и намного улучшат режимы использования возобновляемых энергоресурсов. Тем самым существенно сместятся границы централизованного и децентрализованного энергоснабжения: индивидуальные транспортные средства будут заправляться от централи-

зованных электросистем, а последним создаст сильную конкуренцию распределенная (в т.ч. индивидуальная) генерация на возобновляемых энергоресурсах и природном газе. Такой технологический прорыв обеспечит расширение ресурсной базы за счет коммерчески эффективного развития ВИЭ и повышения КПД топливной генерации. В перспективе это может изменить не только системы энергоснабжения потребителей, но всю инфраструктуру и расселение людей.

«Сланцевый прорыв»

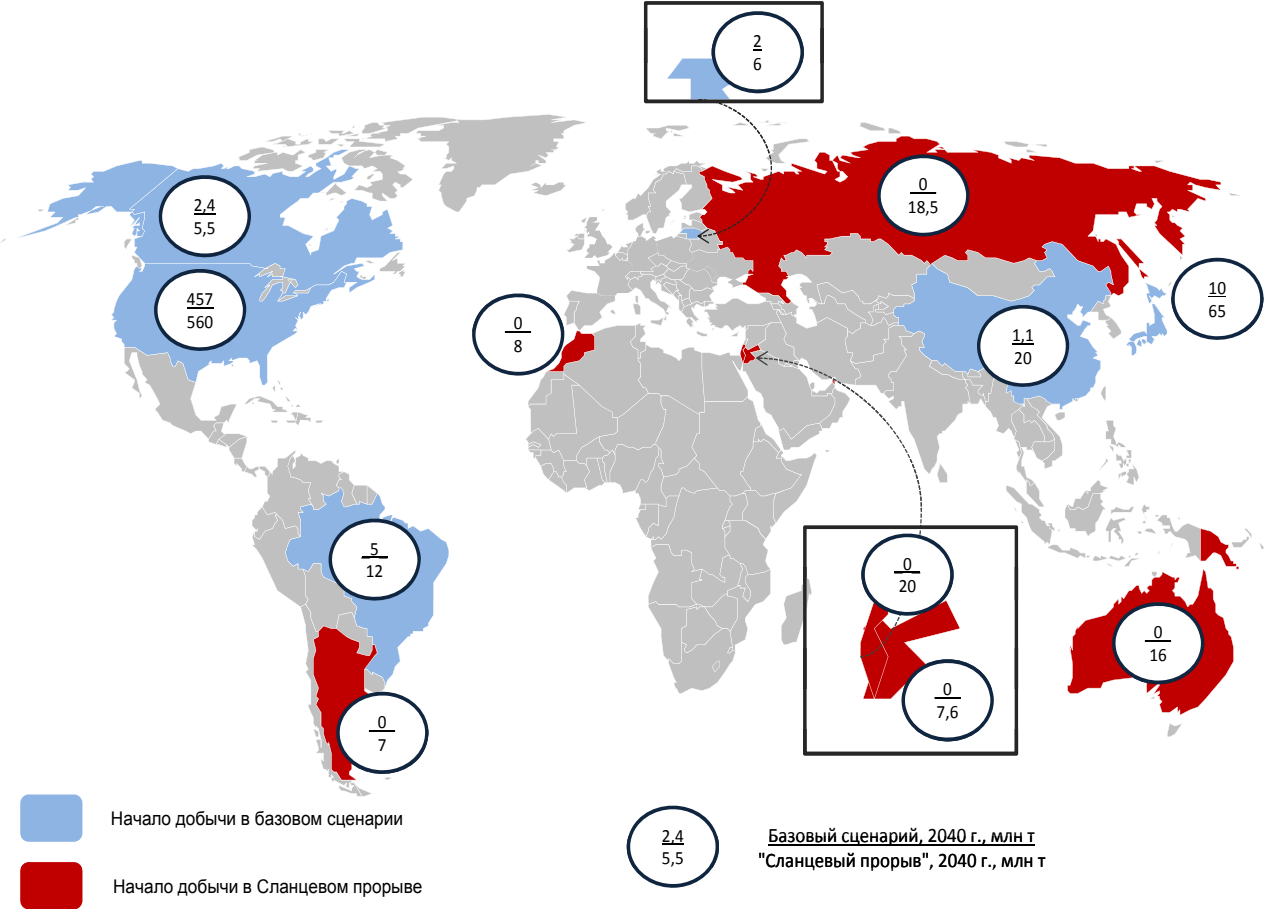
Уже сегодня трудно говорить о «сланцевом прорыве», иначе как о свершившемся факте: за последние пять лет добыча нефти сланцевых плеев³ выросла с 8 млн т в 2007 г. до 100 млн т в 2012 г., добыча сланцевого газа – примерно с 40 до 250 млрд куб. м за тот же период. Подробный анализ этого феномена, состояния и перспектив развития технологий добычи нефти и газа сланцевых плеев представлен в исследованиях ИНЭИ РАН [19, 20]. Они показывают, что остается ряд факторов, сдерживающих дальнейшее быстрое расширение добычи нефти и газа сланцевых плеев:

- сравнительно высокий диапазон затрат для сланцевых плеев, находящийся за пределами Северной Америки, – 80–140 долл./барр. по нефти и 120–410 долл./тыс. куб. м по газу;
- высокий расход воды (при добыче нефти низкопроницаемых пород – около 7 барр. воды на 1 барр. нефти);
- экологические риски загрязнения грунтовых вод, почвы и воздуха;
- неапробированность технологии добычи нефти, добываемой внутрипластовым ретортигом.

Вероятнее всего, технологии, которые могут снять эти ограничения [19, 20], будут основываться на дешевом безводном методе гидроразрыва пласта и современных методах внутрипластового ретортинга. Если их удастся освоить в промышленных масштабах, значительно расширится ресурсная база мировой нефтегазовой промышленности, удастся нарастить добычу сланцевой нефти в странах, где добыча нефти не велась исторически, и «распечатать» сланцевые плеи в тех регионах, где объемы пресной воды ограничены, что обеспечит существенное увеличение добычи (Рисунки 3.2, 3.3).

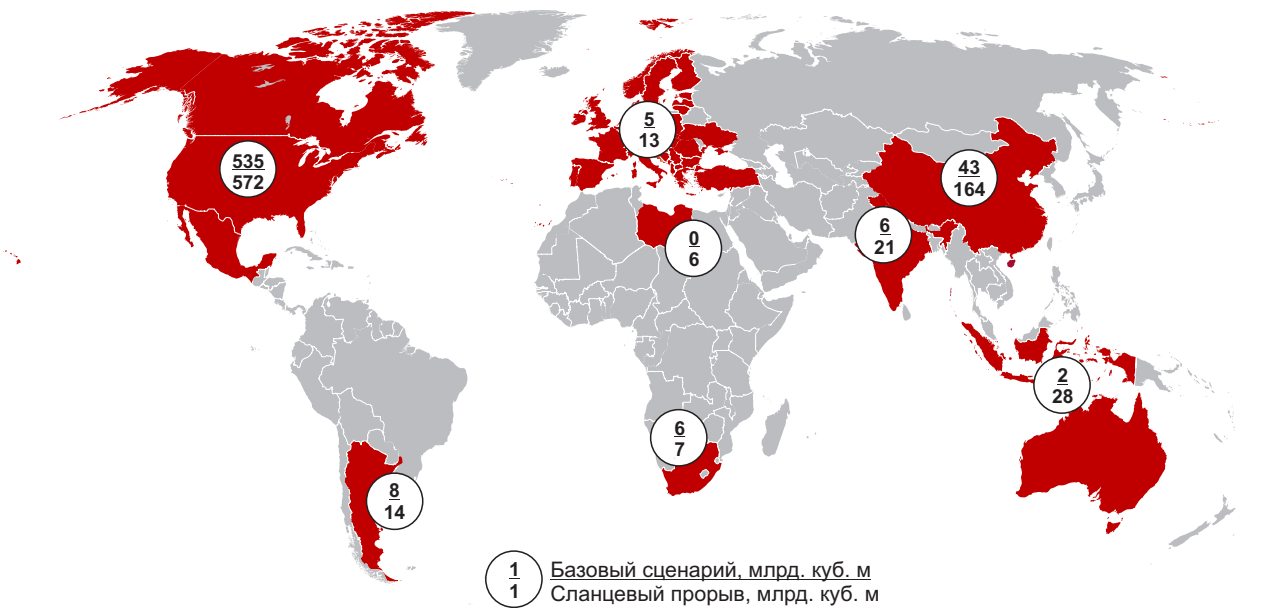
³ Нефть сланцевых плеев включает в себя все виды нефти, добываемые на месторождениях нефтяного сланца – мелкозернистой осадочной породы с высоким содержанием керогена (глина, мергель или карбонаты); в частности, нефть низкопроницаемых пород (tight oil – нефть, добываемая из сланцевых плеев или другой низкопроницаемой породы с использованием технологий бурения горизонтальных скважин и мультистадийного ГРП) и сланцевую нефть (нефть, добываемая методами термического воздействия на нефтяной сланец, который богат керогеном).

Рисунок 3.2 – Изменение добычи сланцевой нефти в 2040г. в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 3.3 – Добыча сланцевого газа в 2040г. в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

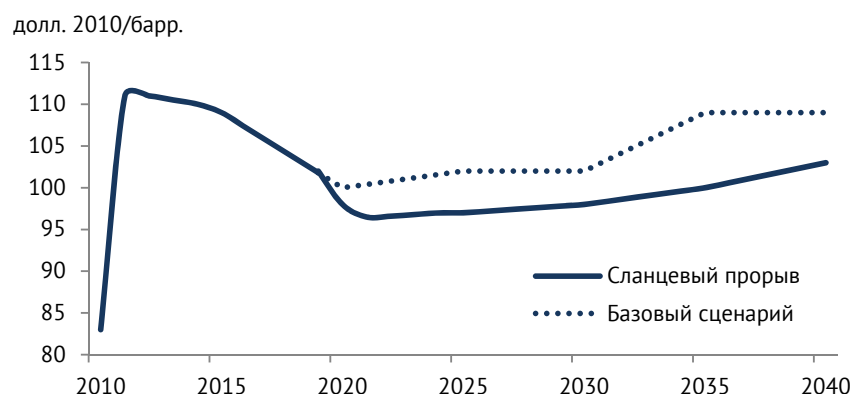
Таким образом, сценарий «сланцевый прорыв» предполагает дальнейшее развитие уже начавшегося технологического импульса в добыче нетрадиционных углеводородов и основан на следующих предпосылках:

- после 2020г. появляется безводная технология добычи нефти и газа низкопроницаемых пород. В результате в эксплуатацию поступают месторождения Китая, Иордании, Израиля, Монголии и других стран;
- снимаются экологические ограничения на добычу нефти и газа сланцевых плеев;
- затраты на добычу для сланцевых плеев во всем мире выходят на уровень затрат в США (не превышают 80 долл./барр. по нефти и 150 долл./тыс. куб. м по газу);
- начинается активная разработка не только нефти низкопроницаемых коллекторов, но и сланцевой (керогеновой) нефти.

Сценарий «сланцевого прорыва» не ведет к значительному падению цен на нефть и газ по сравнению с базовым (в среднем сокращение составляет около 5 долл./барр. и 50–60 долл./тыс. куб. м).

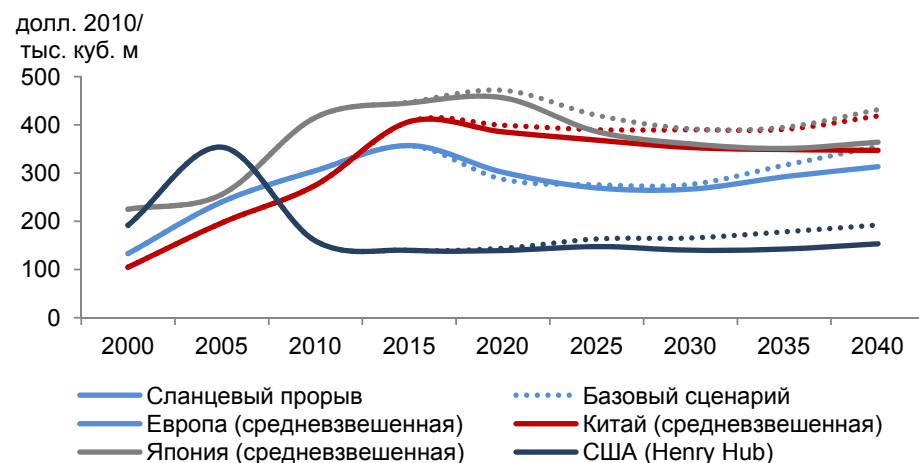
Реализация сценария «сланцевый прорыв» увеличит к 2040г. добычу нетрадиционной нефти в мире на 117 млн т, а газа – на 222 млрд куб. м по сравнению с базовым сценарием и способна сместить нефтяные и газовые цены вниз (Рисунки 3.4, 3.5) уже после 2020г., однако вопреки широко обсуждаемым оценкам наши расчеты показывают, что данный сценарий не ведет к значительному падению цен на нефть (по сравнению с базовым).

Рисунок 3.4 – Балансовые цены на нефть в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

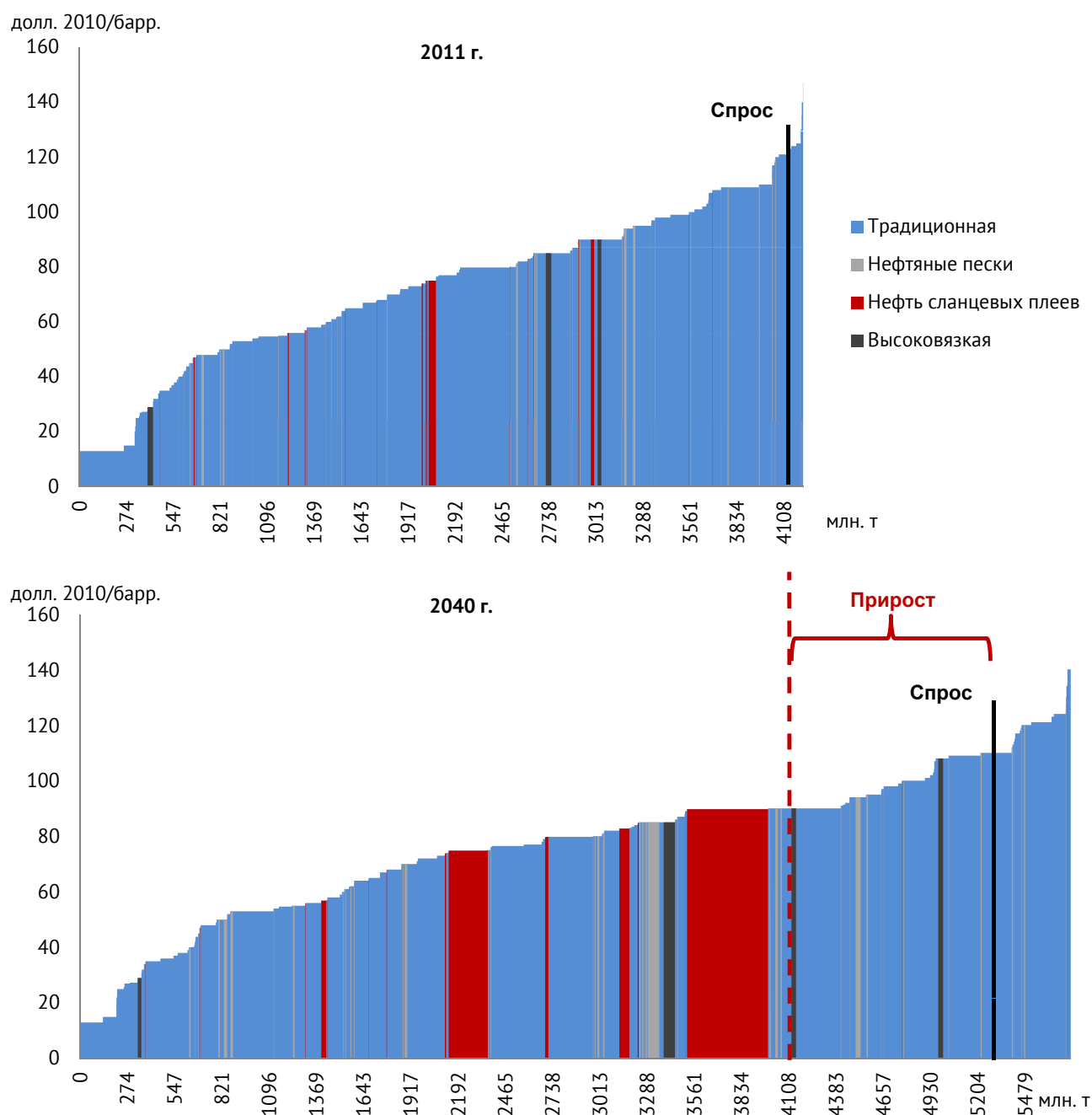
Рисунок 3.5 – Балансовые цены газа по регионам в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

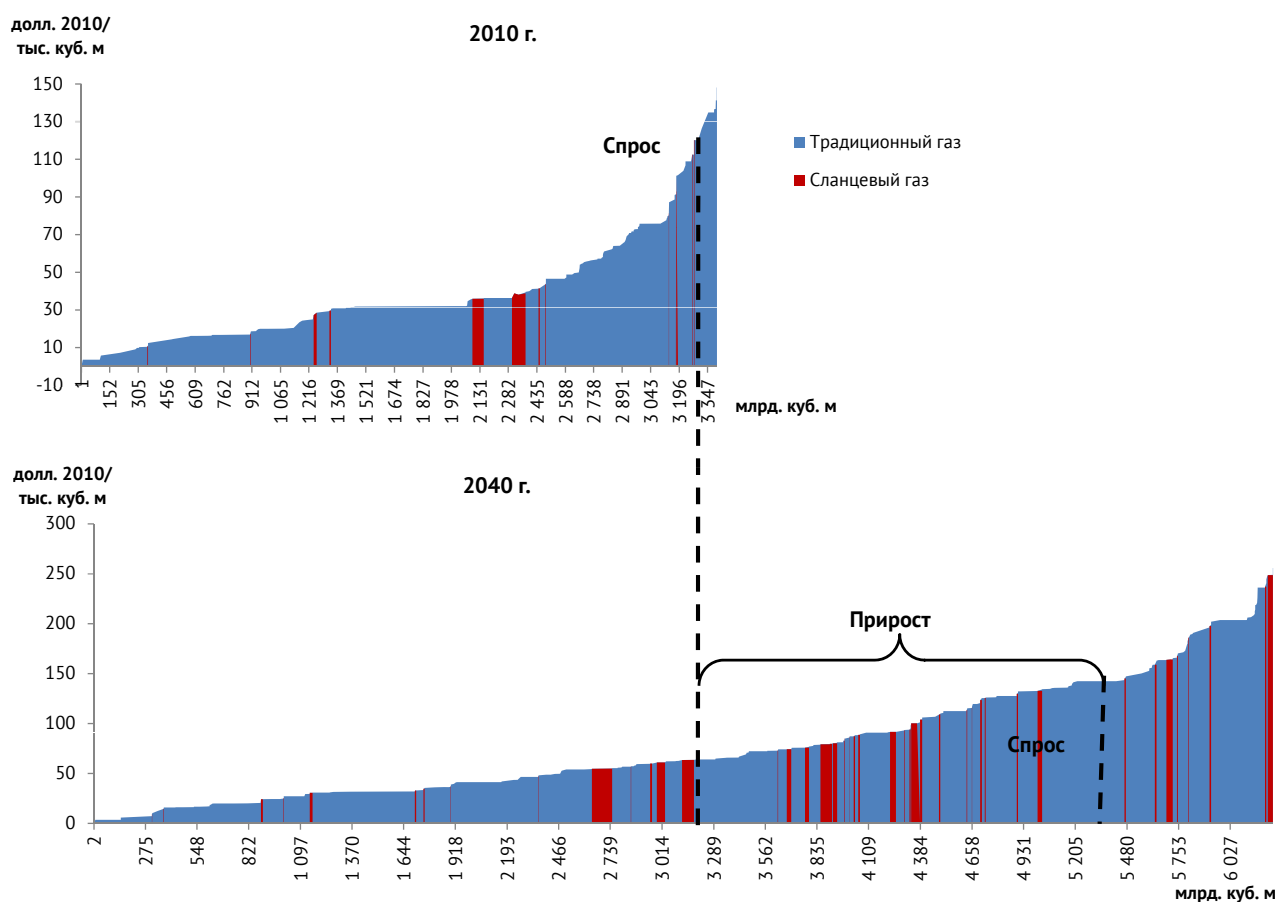
Такая реакция цен объясняется тем, что в базовом сценарии уже заложены достаточно существенные объемы добычи нефти и газа сланцевых плеев, а без них цены на эти энергоресурсы были бы намного выше (см. следующий раздел). Главное же – при реализации сценария «сланцевого прорыва» кривые предложения нефти и газа значительно расширяются, становятся более пологими, что ведет к увеличению предложения нефти и газа в среднем ценовом диапазоне (формируются дополнительные более длинные «ступени» в центральной части кривой), что делает невозможным резкое падение балансовых цен (Рисунки 3.6, 3.7).

Рисунок 3.6. – Кривые предложения (цены производства) нефти в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 3.7 – Кривые предложения (цена производства) газа в сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

Однако отсутствие резкого падения цен вовсе не означает, что данный сценарий «безопасен» для производителей. Анализ показывает, что, хотя рынки нефти и газа остаются хорошо сбалансированными, в этом сценарии существенно меняется соотношение сил ведущих участников этих рынков. Некоторые глобальные игроки получают дополнительные возможности влияния, для других это означает потерю позиций. Вообще, с точки зрения позиций основных игроков нефтяного и газового рынков, данный сценарий фактически приводит к усилению тенденций, заданных в базовом сценарии.

Выигрывают от реализации этого сценария:

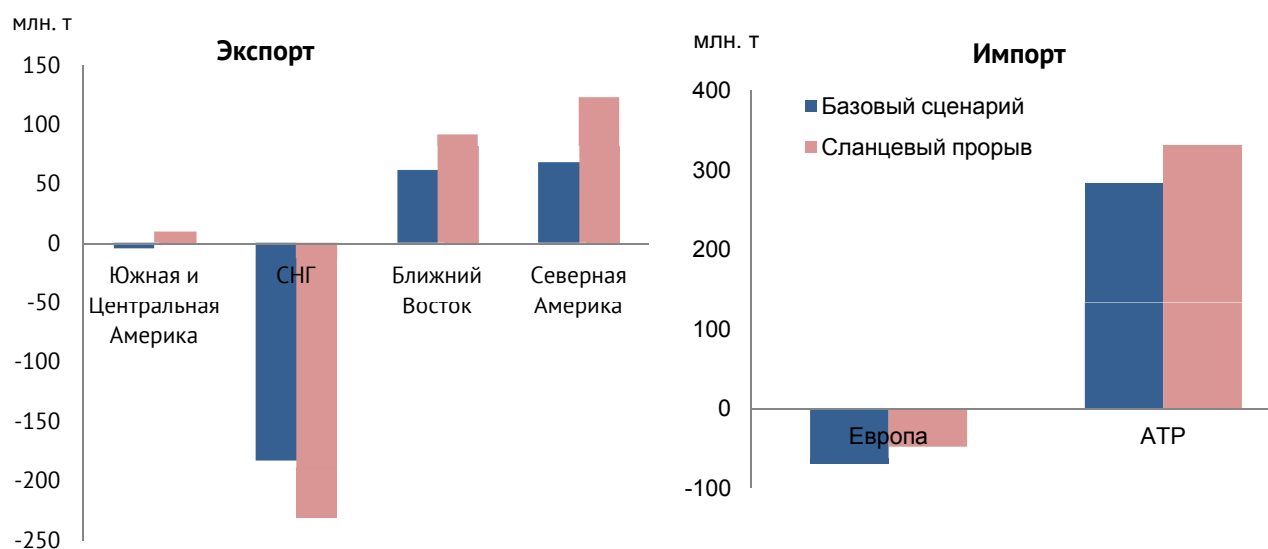
- США – за счет собственной добычи нефти (на 70 млн т больше, чем в базовом сценарии) и газа (чуть меньше, чем в базовом сценарии), за счет уменьшения экспорта, т.к. объем мировой торговли газом в целом сократится, главным образом из-за наращивания собственной добычи в Китае) становятся в этом сценарии крупнейшим производителем углеводородного сырья в мире. Этот факт с учетом общей геополитической значимости США фактически превращает их в самого влиятельного игрока на мировом рынке углеводородов;
- Китай – за счет снижения объемов импорта относительно базового сценария, вызванного освоением собственных сланцевых месторождений после 2020 г.

Сценарий «сланцевого прорыва» существенно меняет соотношение сил основных игроков глобального рынка углеводородов, при этом наиболее уязвимым оказывается регион СНГ.

Проигрывают от реализации этого сценария:

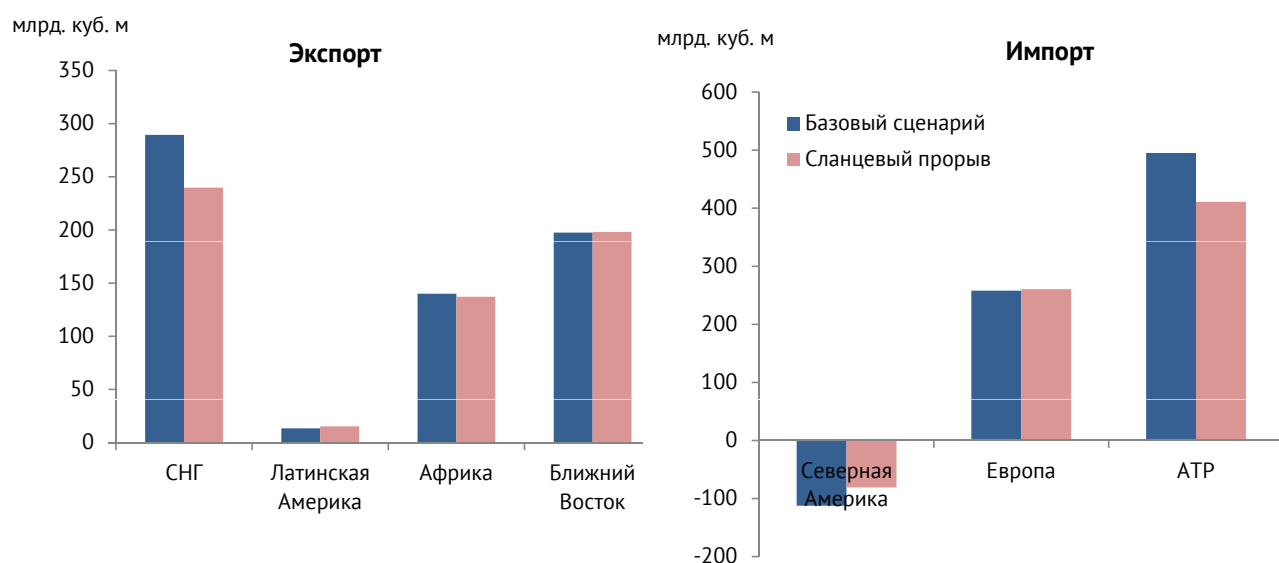
- развитые страны Европы – при низких (по сравнению с базовым сценарием) ценах нефти с рынка вытесняются еще большие объемы собственной европейской нефти, не вводятся в эксплуатацию проекты на шельфе Северного моря, снижается привлекательность ВИЭ по сравнению с углеводородными топливами, растет энергетическая зависимость от поставщиков;
- страны – члены ОПЕК – в этом сценарии падение добычи в странах ОПЕК и уменьшение их рыночной доли становятся практически неизбежными в 2025–35 гг. «Сланцевый прорыв», вероятно, вынудит картель ужесточить контроль затрат на добычу, снизить налоговую нагрузку на отрасль (что может дестабилизировать экономическую и политическую ситуацию в ряде стран), а также создавать дефицит предложения введением квот. При этом даже в таком «экстремальном» сценарии вряд ли стоит ожидать согласованности в действиях членов ОПЕК ввиду различия необходимых разным его странам цен на нефть и вероятной дестабилизации ряда «нефтезависимых» экономик. То есть «сланцевый прорыв», вероятнее всего, еще больше ослабит организацию. К концу прогнозного периода рыночная ниша ОПЕК несколько стабилизируется, но реализация сценария «сланцевого прорыва» практически полностью лишит картель возможности влиять на мировые цены нефти в середине прогнозного периода;
- страны СНГ и Россия – именно СНГ сильнее всего вынуждено будет сократить свой экспорт нефти в данном сценарии. Для России реализация подобного сценария уже к 2020 г. уменьшит ее добычу на 50 млн т. по сравнению с базовым сценарием, а также снизит экспорт на те же объемы из-за сужения ниши на азиатском рынке (Рисунок 3.8). Экспорт российского газа в данном сценарии будет ниже на 70 млрд куб. м, чем в базовом (Рисунок 3.9). Полученные результаты показывают, что СНГ в прогнозный период будет наиболее чувствительно к данному сценарию.

Рисунок 3.8 – Изменение чистого экспорта и импорта нефти в 2040 г. по сравнению с 2010 г. в базовом сценарии и сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 3.9 – Изменение чистого экспорта и импорта газа в 2040 г. по сравнению с 2010 г. в базовом сценарии и сценарии «сланцевого прорыва»



Источник: ИНЭИ РАН

«Сланцевый провал»

Для сбалансированного взгляда на сланцевую проблематику необходимо отметить, что развитие добычи нефти и газа сланцевых плеев связано с большими неопределенностями:

- оценки коммерчески извлекаемых запасов различаются в разы. Так, сегодня наиболее разведанной формацией нефти низкопроницаемых пород является плей Бэйкен в США, где добыча уже активно ведется. По многим другим месторождениям еще не проведена детальная оценка запасов. Вопрос подтвержденности запасов также осложняется проблемой оценки запасов нефти, добываемой из «сухого сланца» методами ретортинга;
- текущие низкие затраты на добычу обусловлены не только техническим усовершенствованием методов добычи, но и низкими барьерами входа на рынок. Стоит заметить, что во всех штатах США (кроме Калифорнии), где расположены ресурсы сланцевых плеев, пока не действуют экологические запреты или ограничения на добычу этой нефти. При этом реальная нагрузка на экологию при ее добыче до сих пор не оценена;
- главным основанием для сомнений является собственно специфика добычи углеводородов из сланцевых плеев с ее максимальными дебитами в течение первого года и резким падением продуктивности в последующем, что требует постоянного нового бурения для поддержания уровня добычи. В настоящий момент бурение охватывает только наиболее привлекательные по дебитам участки плеев с высокими коэффициентами нефте- и газоотдачи на скважине (estimated ultimate recovery (EUR) и расчетными показателями извлечения (shale recovery)). С освоением высокопродуктивных участков плеев добыча на менее продуктивных площадях может стать менее привлекательной, что приведет к сокращению товарной продукции. Следовательно,

Перспективы развития добычи нефти и газа сланцевых плеев связаны с большими неопределенностями в отношении подтвержденности запасов, оценки реальных экологических последствий, а главное – адекватной оценки затрат на полный цикл эксплуатации скважин с учетом быстрого падения их продуктивности.

есть основания полагать, что большинство сланцевых месторождений из-за особенностей залегания и специфики добычи могут иметь высокую продуктивность на начальных этапах, которую удастся поддерживать непродолжительно по сравнению с жизненным циклом традиционных месторождений.

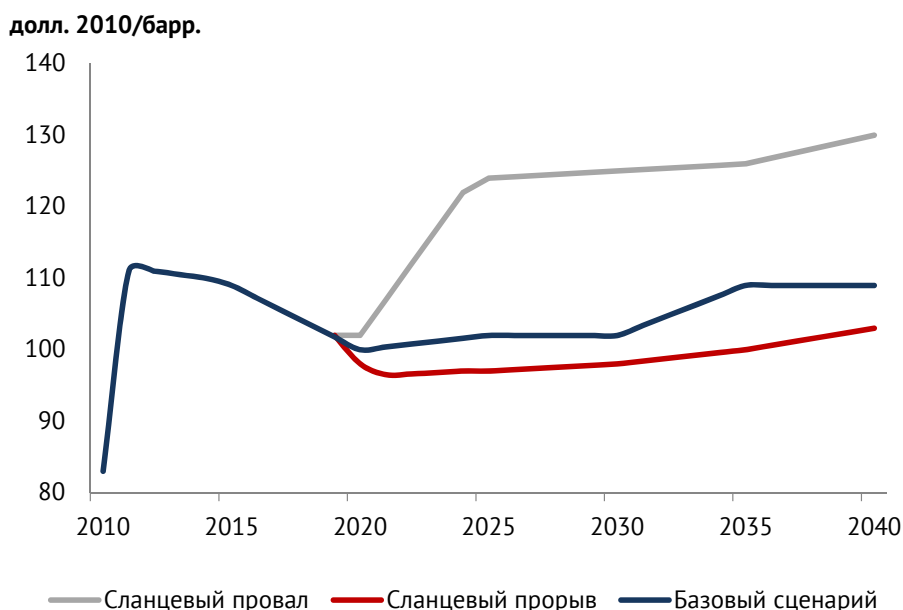
В основе сценария «сланцевого провала» лежит ряд предпосылок, ведущих к сокращению добычи нефти и газа сланцевых плеев:

- значительное удорожание по новым проектам добычи;
- большой объем ресурсной базы не подтверждается;
- вводятся жесткие экологические ограничения;
- новые технологии безводной и термической добычи сланцевой нефти не проходят по экономическим и/или экологическим причинам;
- с 2020 г. сланцевая нефте- и газодобыча в США начинает быстро сокращаться и к 2025 г. практически прекращается;
- в остальном мире добыча нефти и газа сланцевых плеев идет только в странах, где она уже началась, и достаточно быстро сокращается до нуля.

В сценарии «сланцевого провала» балансовая цена нефти к 2040 г. достигнет 130 долл. 2010/барр. Аналогично и средневзвешенные цены на газ в среднем оказываются на 45 долл./тыс. куб. м выше, чем в базовом сценарии.

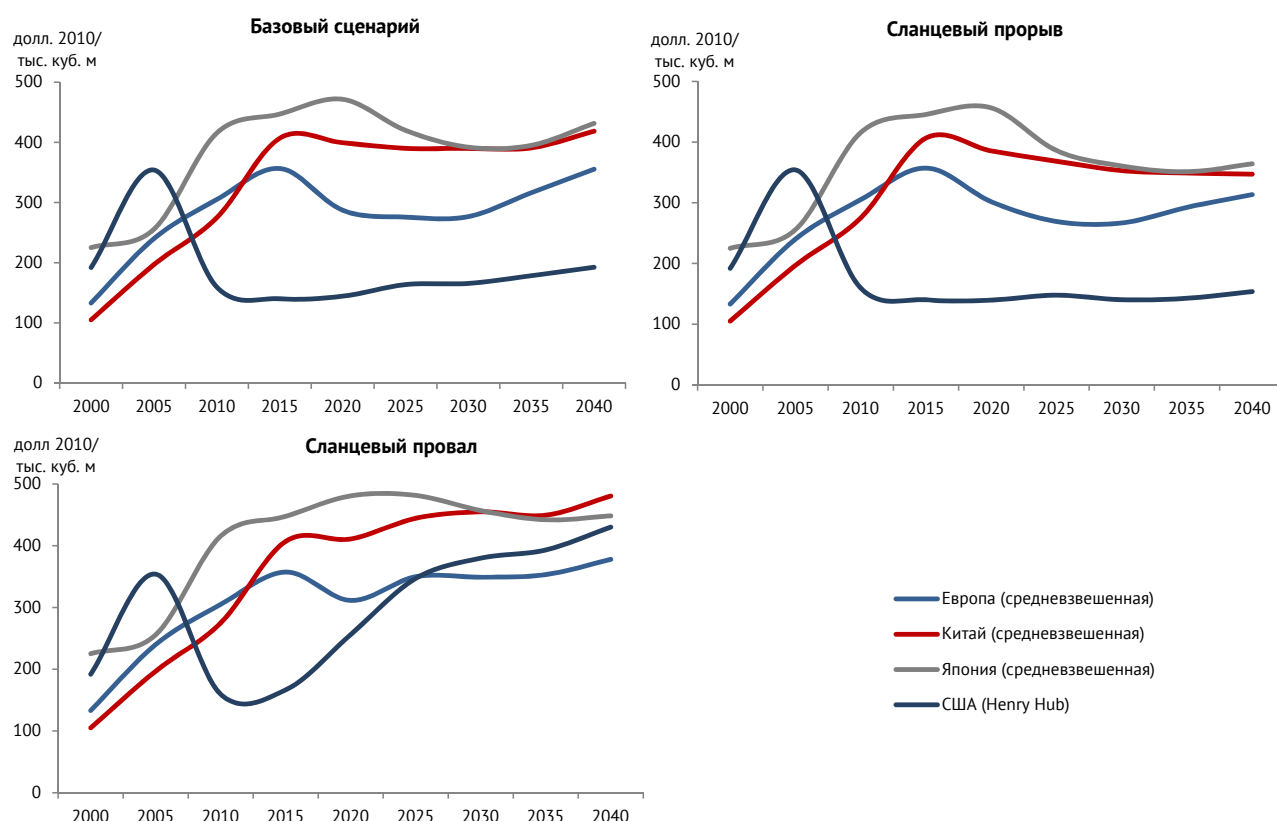
Полученные в таком сценарии значения балансовых цен нефти намного выше, чем в базовом сценарии и, тем более, в сценарии «сланцевого прорыва» – к 2040 г. они достигают 130 долл. 2010/барр. (Рисунок 3.10). Аналогично и цены на газ в среднем оказываются на 45 долл./тыс. куб. м выше – 378 долл./тыс. куб. м в Европе, 448 долл./тыс. куб. м в Японии, 480 долл./тыс. куб. м в Китае. Спотовая цена газа в США достигнет 430 долл./тыс. куб (Рисунок 3.11).

Рисунок 3.10 – Балансовые цены нефти по трем сценариям



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 3.11 – Балансовые цены газа по трем сценариям



Источник: ИНЭИ РАН

В сценарии «сланцевый провал» не только сохраняется привычный расклад сил на мировом нефтегазовом рынке, но и значительно укрепляют позиции те, кто проигрывал в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого прорыва»:

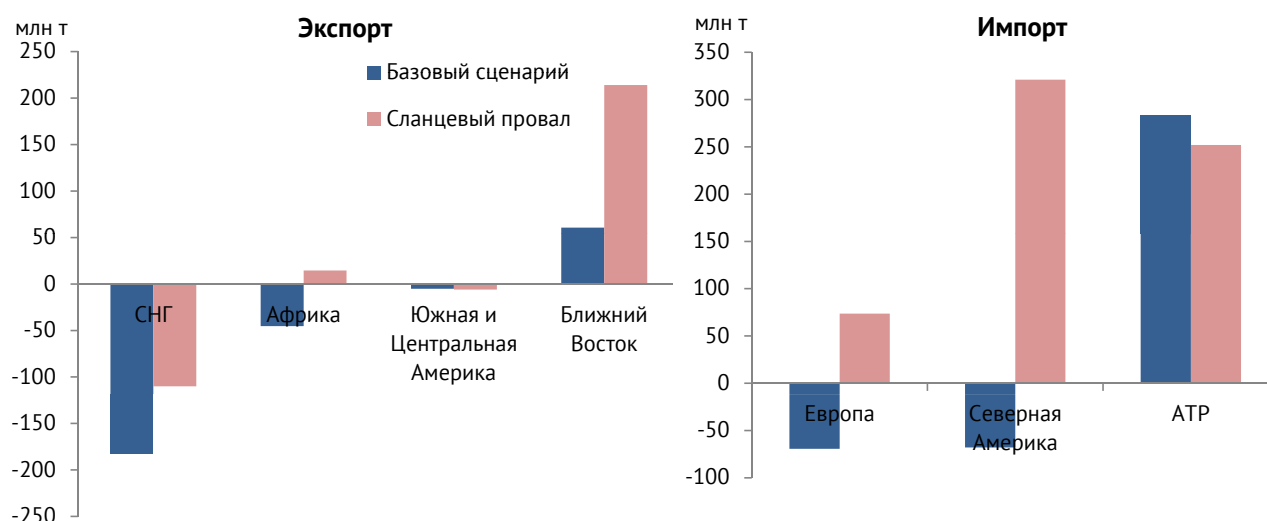
- Россия при более высоких мировых ценах сможет значительно нарастить добычу нефти и газа (до 535 млн т и 980 млрд куб. м соответственно к 2040 г.) и остаться крупнейшим производителем углеводородов в мире. Высокие цены на нефть позволят вводить дорогостоящие месторождения Восточной Сибири и шельфа. Увеличится также экспортная ниша России по нефти – за счет загрузки европейских нефтеперерабатывающих мощностей и отсутствия североамериканского экспорта в АТР (Рисунок 3.12) и по газу – за счет роста североамериканского импорта газа (Рисунок 3.13);
- США – крупный игрок нефтяного рынка, который значительно проигрывает от «сланцевого провала». Добыча нефти и газа в стране в этом сценарии резко падает уже после 2020 г. при низких темпах роста импорта сырой нефти ввиду того, что без собственной ресурсной базы американская нефтепереработка становится неэффективной. Крупнейший (в двух других сценариях) производитель энергоносителей превращается в энергетически зависимый регион, способный повлиять на рынки углеводородов только вне рыночными механизмами. США придется вновь наращивать импорт СПГ, что дает дополнительный

импульс развитию этого сегмента газового бизнеса в мире (Рисунок 3.14). Возвращение США в ряды стран – импортеров природного газа радикально изменит мировые торговые потоки. Так, потребность Североамериканского континента в импорте СПГ составит 170 млрд куб. м, при этом цена на газ в США установится на уровне 430 долл./тыс. куб. м – приблизительно в середине диапазона цен в Европе и АТР. Указанный рост американских цен также приводит к некоторому снижению чистого импорта в Европу и АТР по сравнению с базовым сценарием – часть газа со ставшего дефицитным глобального газового рынка «перетягивается» в Северную Америку, все мировые производители и экспортеры газа работают с высокой загрузкой своих мощностей;

Сценарий «сланцевый провал» позитивно скажется на добыче нефти и газа из традиционных месторождений с высокими издержками, на положении стран СНГ и ОПЕК, а также на производителях альтернативных жидких топлив; крупнейшим производителем углеводородов в мире становится Россия.

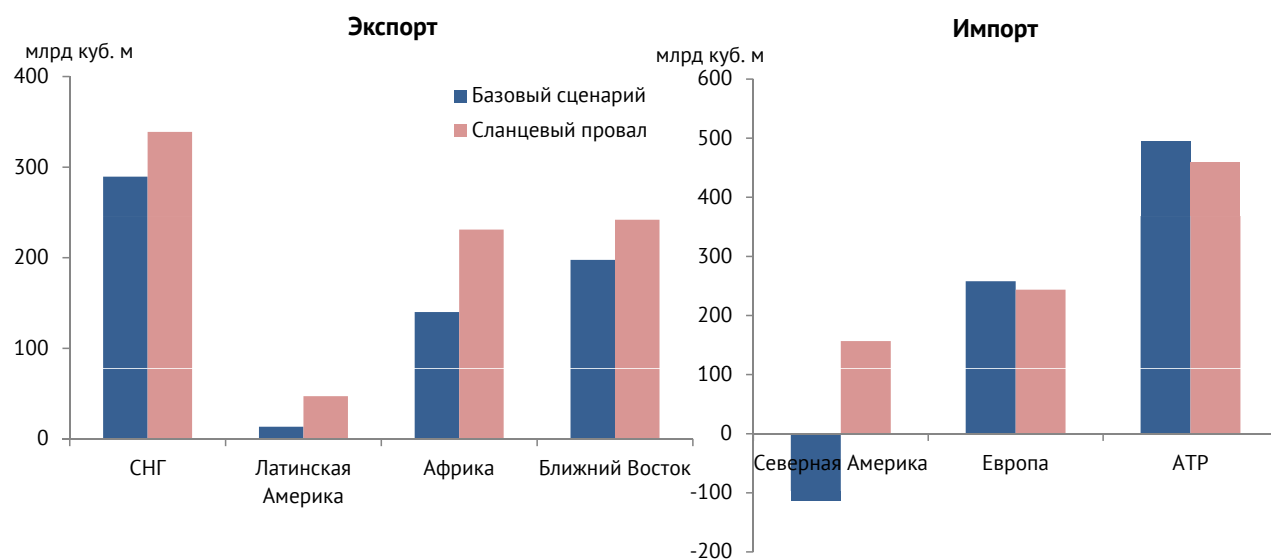
- Европа в условиях высоких нефтяных цен сможет увеличить использование возобновляемых источников энергии и объемы собственной добычи. Немаловажно, что сокращение в этом сценарии собственной ресурсной базы американских НПЗ увеличит на мировом рынке возможности сбыта нефтепродуктов, что повысит нефтепереработку в Европе и ее спрос на импортируемую и собственную сырую нефть;
- ОПЕК наращивает объемы экспорта на 220 млн т по сравнению с базовым сценарием при высоких нефтяных ценах и расширении рыночной ниши. ОПЕК сможет значительно (на 20–30 долл.) влиять на цены нефти при меньших, чем в базовом сценарии, свободных мощностях;
- высокие нефтяные цены позволят развиваться и добыче в АТР, где в этих условиях коммерчески рентабельными становятся глубоководные шельфовые проекты;
- политика Китая по обеспечению собственного рынка нефтью и газом за счет экспансии своих национальных компаний за рубежом, вероятно, усилится, что позволит ему не терять позиций на мировой арене даже без использования собственных ресурсов сланцевых плеев.

Рисунок 3.12 – Изменение чистого импорта и экспорта сырой нефти в 2040 г. по сравнению с 2010 г. в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого провала»



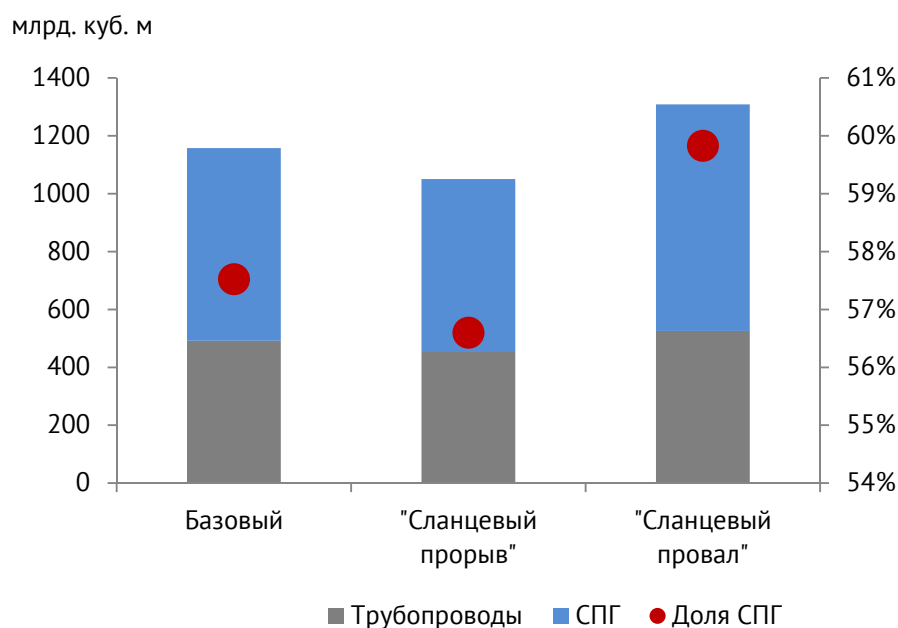
Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 3.13 – Изменение чистого импорта и экспорта газа в 2040 г по сравнению с 2010 г. в базовом сценарии и в сценарии «сланцевого провала»



Источник: ИНЭИ РАН

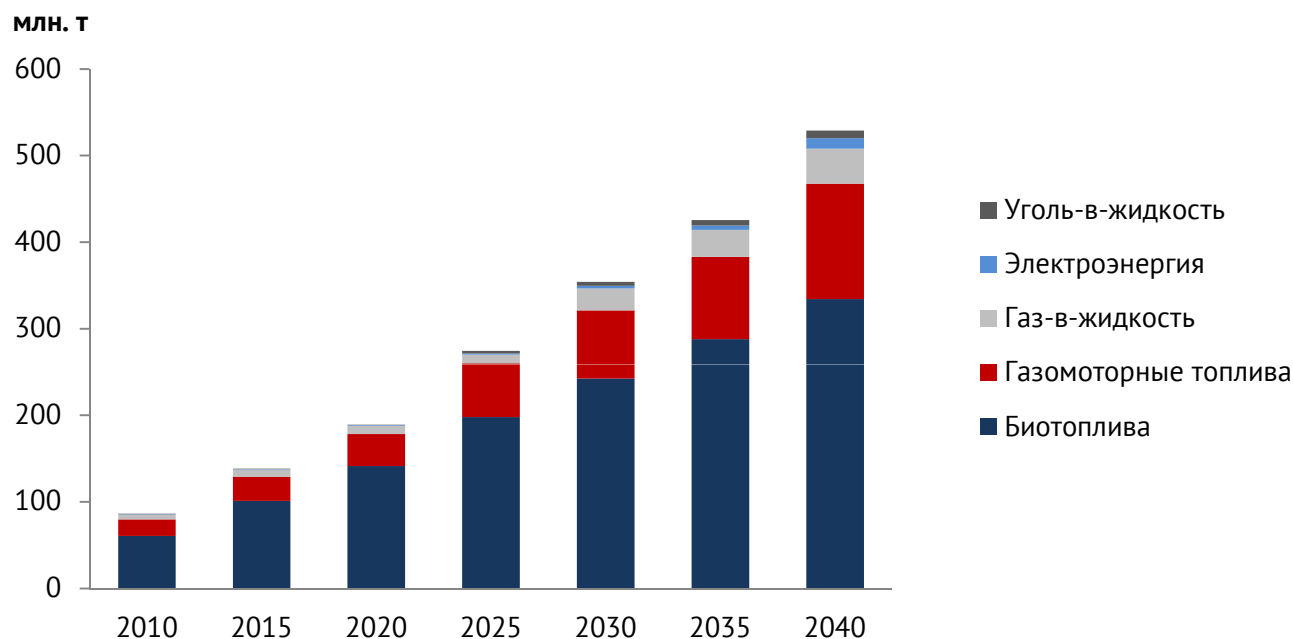
Рисунок 3.14 – Объемы межрегиональной торговли природным газом в 2040 г. по трем сценариям



Источник: ИНЭИ РАН

В сценарии «сланцевого провала», по сравнению с базовым сценарием, значительно изменится характер рынка жидких топлив. Спрос на них по-прежнему в значительной мере будет обеспечиваться «нетрадиционными» источниками – не только канадскими песками и сверхтяжелыми нефтями, но и не-нефтяными топливами. Последние при высоких ценах на нефть станут экономически привлекательными и займут к 2040 г. 10% от нефтяного рынка (Рисунок 3.15).

Рисунок 3.15 – Рост потребления заменителей нефтяного топлива в сценарии «сланцевого провала»



Источник: ИНЭИ РАН

Помимо технологий разработки сланцевых плеев на рынке жидких видов топлив существуют другие технологии, способные повлиять на баланс спроса и предложения (ранжированы в порядке убывания значимости для рынка жидких топлив и вероятности совершения принципиального прорыва):

- использование природного газа в качестве моторного топлива;
- развитие биотоплив и внедрение других биотехнологий;
- развитие электротранспорта.

Газ на транспорте

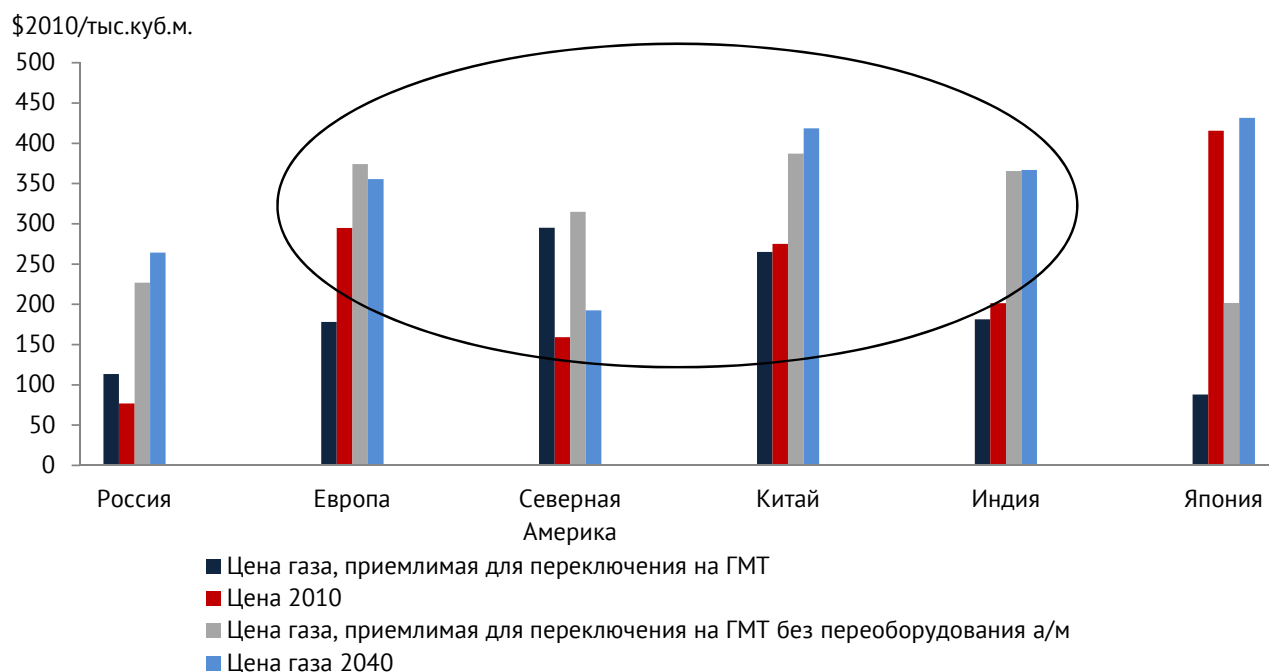
Потребление природного газа на транспорте в 2010г. составило 29 млрд куб. м [21], то есть менее 1% от общего объема энергопотребления на транспорте. Более 90% его использования приходится на легковые автомобили, работающие на компримированном природном газе (КПГ).

Можно выделить две категории стран, проявляющие наибольший интерес к газу на транспорте:

- имеющие значительные запасы природного газа и/или являющиеся нетто-импортерами нефти и нефтепродуктов (Иран, Корея, Индия и т.д.);
- диверсифицирующие собственное потребление топлива на транспорте (США, Бразилия, Италия).

Фактически сегодня отсутствуют возможности для равноценной конкуренции газа и нефти на транспорте. Сжатый метан требует для использования в автомобилях переоборудования транспортных средств и сети особых заправок (АГЗС), которые пока не распространены в мире. Таким образом, несмотря на экономическую привлекательность природного газа для ряда стран (Рисунок 3.16), главным ограничивающим фактором остается доступность инфраструктуры.

Рисунок 3.16 – Предельные цены газа, обеспечивающие эффективность ГМТ на личном транспорте при цене нефти 110 долл./барр.*



* Овалом выделены страны, где в перспективе с учетом серийного производства автомобилей на газовом топливе возможна эффективная конкуренция между нефтепродуктами и газомоторными топливами.

Источник: ИНЭИ РАН

Синтетическое жидкое топливо из газа

Прямая конкуренция между природным газом и нефтью на транспорте возможна при использовании технологии «газ в жидкость» (GTL), где конечными продуктами производства являются автомобильный бензин и дизельное топливо, аналогичные по качеству топливам из нефти. Однако сегодня издержки на производство синтетического топлива из газа находятся на уровне 110–140 долл./барр. при цене газа не выше 75 долл./тыс. куб. м, что при прогнозируемых ценах на нефть и газ делает эти проекты нерентабельными.

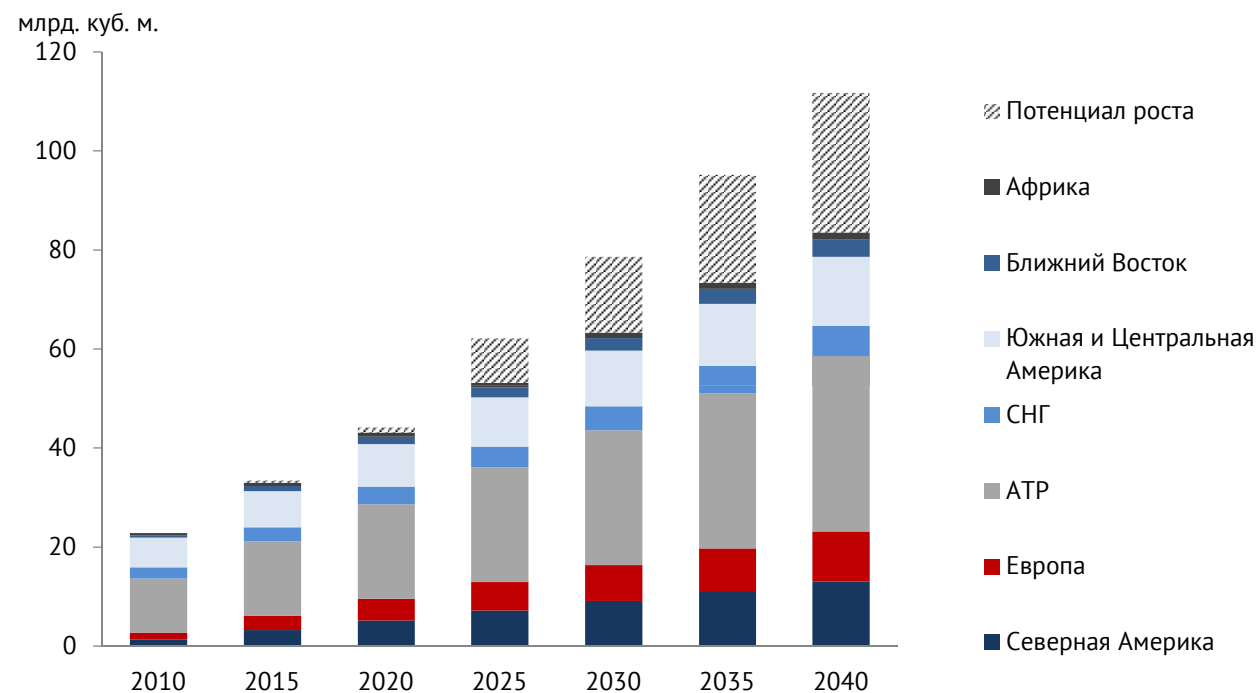
Перспективы использования природного газа в транспортном секторе напрямую зависят от:

- экологической политики стран (так, на применение СПГ для бункеровки судов будет влиять ужесточение нормативов содержания серы в топливе);
- развития инфраструктуры для КПГ;
- снижения издержек на производство синтетического топлива из газа.

Газ на транспорте – перспективное топливо в отдельных регионах, но требующее на данном этапе поддержки государства и заинтересованных компаний.

В прогнозный период при сравнительно низких ценах на нефть конкурентоспособность газомоторного транспорта невысока. Однако, если потребителям не придется переоборудовать автомобили на газобаллонное оборудование и это будет делать выпускающая их промышленность, рынок газомоторного топлива может значительно расшириться. В базовом сценарии потребление газа в транспортном секторе достигнет 80–85 млрд куб. м к 2040 г., а при реализации описанных мер оно увеличится до 110 млрд куб. м (Рисунок 3.17).

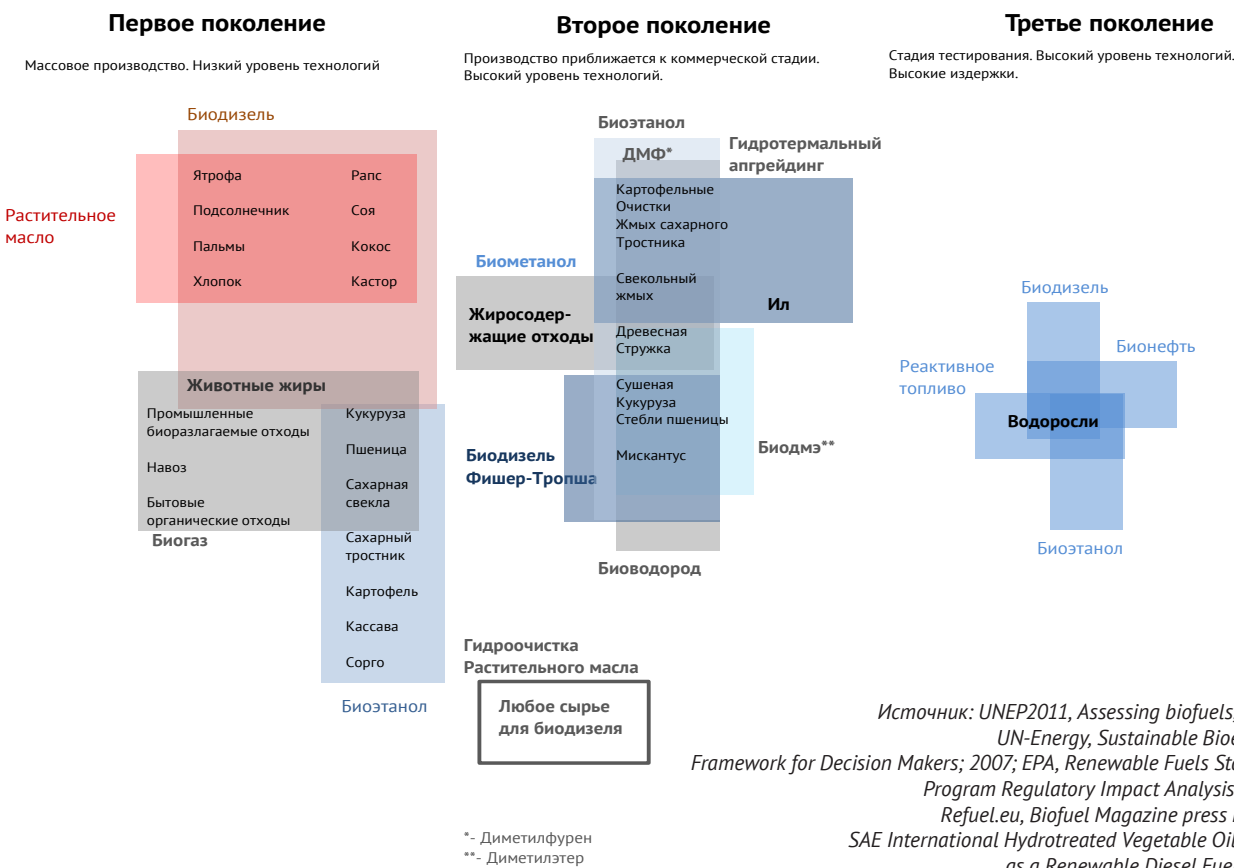
Рисунок 3.17 – Прогноз потребления природного газа на транспорте в базовом сценарии и его рост при стимулировании



Источник: ИНЭИ РАН

Жидкие биотоплива

Рисунок 3.18 – Сырье для получения различных видов биотоплива



Источник: UNEP2011, Assessing biofuels, 2009; UN-Energy, Sustainable Bioenergy. Framework for Decision Makers; 2007; EPA, Renewable Fuels Standard Program Regulatory Impact Analysis, 2010; Refuel.eu, Biofuel Magazine press review, SAE International Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel, 2008

Распространено мнение, что биотоплива могут играть значительную роль в удовлетворении спроса, снижении загрязнения окружающей среды и выбросов парниковых газов. Рисунок 3.18 иллюстрирует различное сырье, которое может быть преобразовано в биотоплива для транспорта, и используемые для этого технологии.

По нашим оценкам, жидкое биотопливо перспективно для менее 10% растущего спроса на энергию транспортного сектора и остается сложным и противоречивым вопросом. В последние годы обострились дискуссии о влиянии биотоплива на продовольственный рынок, его потенциальном негативном воздействии на атмосферу, биоразнообразие, почву и воду.

Сегодня в промышленных масштабах возможно производство только биотоплив первого поколения с использованием сельскохозяйственных культур, но их выпуск напрямую ограничен посевными площадями и растущей конкуренцией с производителями продуктов питания. Более того, уже дважды биотоплива становились одной из причин продовольственных кризисов.

Евросоюз поставил цель к 2020 г. повысить долю биотоплива для транспорта до 10%, но на основании проведенных в 2012 г. исследований готовится законопроект об ограничении использования биотоплива из сельскохозяйственных культур до 5%. Взамен Еврокомиссия пытается ускорить распространение электромобилей путем введения обязательного количества специализированных заправок.

Потенциал роста производства жидких биотоплив жестко ограничен конкуренцией с продовольственным рынком и доступностью пахотных земель.

Пока биотоплива конкурентоспособны только в регионах с тропическим и субтропическим климатом (где собирают несколько урожаев в год растительного сырья) при цене нефти 100–110 долл./барр. В других регионах их себестоимость доходит до 120–140 долл./барр., что при ценах на нефть базового сценария (не выше 110 долл./барр. к концу периода) потребует специального стимулирования производителей биоэтанола и биодизеля.

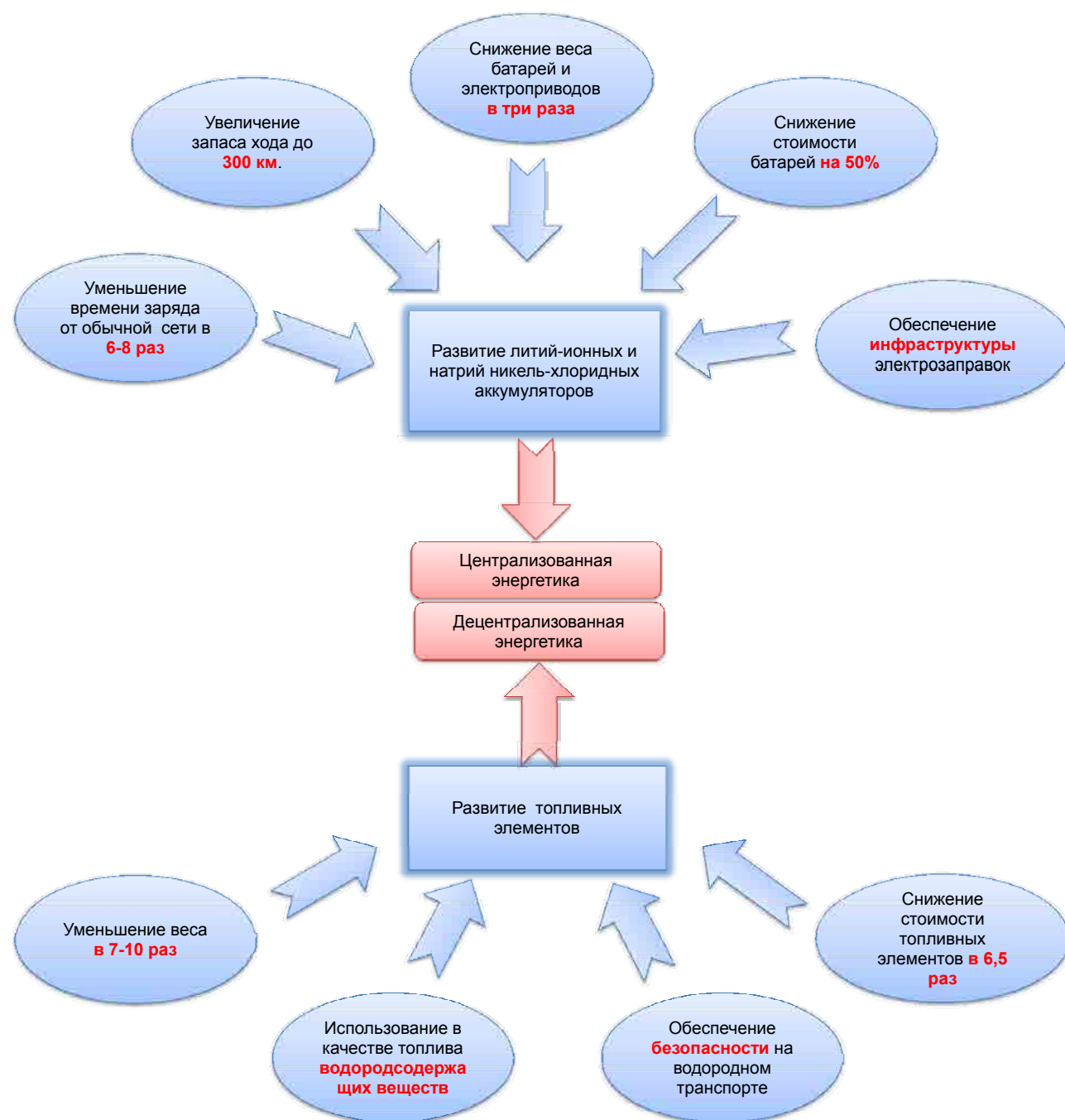
Электромобили

Технологическим прорывом, способным изменить транспортную энергетику и весь энергетический баланс, может стать масштабное внедрение электромобилей.

Уже сегодня в развитых странах активно разрабатываются технологии электротранспорта. В электромобилях используются в основном литий-ионные батареи с энергоемкостью 100–200 Вт*ч/кг и ресурсом около 1000–3000 циклов «заряд-разряд», что существенно выше, чем у традиционных свинцово-кислотных и щелочных аккумуляторов. Такие батареи обеспечивают средний пробег на полной зарядке аккумулятора 120–160 км, полная зарядка номинальным током требует 4–8 и более часов. Стоимость батарей (вместе с периферийным оборудованием и системой управления) составляет 600–900 долл. 2010/кВт*ч в зависимости от характеристик, их доля в стоимости электромобиля достигает 65%. Показатели доступных батарей ограничивают потребительские свойства электромобилей и пока не обеспечивают их конкурентоспособность с традиционными автомобилями.

У электротранспорта есть два пути развития – на аккумуляторных батареях и на топливных элементах, но пока ни одна из технологий не способна конкурировать с традиционными ДВС и требует значительной модернизации по ряду направлений (Рисунок 3.19).

Рисунок 3.19 – Технологические изменения, необходимые для достижения конкурентоспособности электромобилей по сравнению с ДВС



Источник: ИНЭИ РАН

Пока же литий-ионные и натрий-никель-хлоридные аккумуляторы, используемые на самых современных электромобилях, уступают традиционным ДВС по стоимости, запасам хода и весу, но имеют значительный потенциал совершенствования.

Перспективы развития электрохимических аккумуляторов

Результаты интенсивно ведущихся в мире НИОКР позволяют полагать, что энергоемкость аккумуляторных батарей возрастет в разы, а их стоимость уже к 2020 г. снизится до 400 долл./кВт*ч и к 2030 г. – до 200 долл./кВт*ч. В более отдаленной перспективе, возможно, удастся уменьшить ее до 100 долл./кВт*ч. Заметим, что Министерством энергетики США (DOE) поставлена задача к 2025 г. снизить стоимость батарей до 250 долл./кВт*ч и сократить время зарядки до 6–10 минут, чтобы сделать его сопоставимым со временем заправки топливом обычного автомобиля. При выполнении этих требований электромобили должны стать экономически конкурентными с автомобилями, оборудованными ДВС.

Наиболее активно совершенствуются литий-ионные аккумуляторы. Идут поиски материалов для электродов и электролита, разрабатываются новые технологии их изготовления. Перспективным считается использование наноструктурированных композитных материалов большой пористости, в частности, нанокомпозитов на базе лития и фосфата железа или сульфата лития и углерода – для изготовления катодов, кремниевых наноструктурированных анодов вместо графитовых и т.д. Это должно многократно повысить энергоемкость аккумулятора, увеличить пробег на одной зарядке до 600–800 км, сократить время полной зарядки до 10 минут и менее, продлить срок службы до 8–10 лет.

Больших перспектив можно ожидать от разработки литий-воздушных батарей. Их теоретическая энергоемкость в 8–10 раз выше, чем у литий-ионных. Запас хода электромобиля на одной зарядке может составить 800–1000 км. Такие аккумуляторы разрабатываются многими организациями, в частности, консорциумом компаний в составе американской IBM и японских Asahi Kasei и Central Glass при научной поддержке ряда национальных лабораторий США (прежде всего Argonne National Laboratory) в рамках амбициозного проекта Battery 500 Project. Батарея должна удовлетворять всем перспективным требованиям DOE, а ее энергоемкость – достигать 1700 Вт*ч/кг. На рынке она должна появиться через 8–10 лет.

Ведутся активные исследования по созданию еще более эффективных аккумуляторов. Так, в Стэнфордском университете в качестве носителя заряда рассматриваются ионы калия вместо лития и делаются электроды из наноматериалов на основе железа и меди, что позволит увеличить число циклов «зарядка-разрядка» в батареях до 40 000. В Университете Массачусетса разработан воздушный ванадиево-боридный элемент (vanadium boride air cell), который сможет превзойти по энергоемкости бензин и дизтопливо. Теоретическая энергоемкость этого элемента составляет 27 тыс. Вт*ч/кг, а практически достижимую авторы оценили в 5 тыс. Вт*ч/кг при энергоемкости бензина 12,1 тыс. Вт*ч/кг и дизтоплива – 11,8 тыс. Вт*ч/кг, а с учетом КПД двигателя (30–40%) эти величины равны 3,6–4,7 тыс. Вт*ч/кг. Серьезные проблемы данного аккумулятора связаны с сильной коррозией элемента, приводящей к быстрой потере емкости и выделению водорода, что делает аккумулятор взрывоопасным. Авторы надеются достаточно быстро решить их, стабилизировав анод из борида ванадия путем нанесения на него тонкого покрытия из диоксида циркония.

Ученые из университетов Майами, Токио и Тохоку открыли явление генерации электродвижущей силы (ЭДС) в статическом магнитном поле. ЭДС имеет спиновое происхождение и создается за счет спин-зависимых эффектов в специально подготовленной наноструктуре, состоящей из квантовых наноманитов определенного состава. Техническая реализация этого явления может открыть дорогу к созданию так называемой спиновой батареи – аккумуляторов фантастической энергоемкости и мощности, хранящих огромную энергию «в квантовой форме». Но воплощения «спиновой» батарейки до 2040 г. не ожидается.

Улучшение аккумуляторных батарей может дать совершенствование систем управления для улучшения всех их характеристик. Достигается это новыми методами и техническими средствами мониторинга состояния электрохимических ячеек, эффективных алгоритмов оптимизации стратегии зарядки и последующего использования батареи в зависимости от физического состояния ячеек. Реализация подобного проекта Калифорнийским университетом совместно с компаниями Bosch и Cobasys при поддержке Агентства передовых исследований в области энергетики (ARPA-E, США, грант в размере 9,6 млн долл.), как ожидается, позволит на 25% снизить стоимость литий-ионных аккумуляторов и вдвое сократить время их зарядки.

Параллельно с разработкой аккумуляторов ведется совершенствование электротехнического оборудования электромобилей для снижения потребления электроэнергии на 1 км пробега. Например, компания Yasa Motors представила сверхлегкий и мощный электрический двигатель DD500, разработанный в Оксфордском университете. Объем данного двигателя на 50% меньше, чем у стандартных тяговых моторов, а удельный пиковый крутящий момент вдвое выше (30 Нм/кг) и в Yasa Motors намерены довести его до 40 Нм/кг.

Пока туманны перспективы автомобилей на топливных элементах, основой которых является водород или водородсодержащие топлива: природный газ, аммиак, метанол или бензин. Все испытанные образцы автомобилей на топливных элементах работают на водороде, некоторые опытные образцы используют метанол, но эта технология еще не прошла апробацию. Главная проблема современных водородных автомобилей – их высокая пожаро- и взрывоопасность (молекулы водорода способны проникать в структуру металла кузова или бака, просачиваясь из автомобиля наружу, что может привести к детонации). Поэтому в сценариях изменения транспортной энергетики наиболее перспективным направлением до 2040 г. видится совершенствование аккумуляторных батарей, а применение топливных элементов, скорее всего, откладывается на более далекую перспективу.

Цели отдельных стран по продвижению электромобилей и их методы стимулирования

Уже сегодня во многих странах существует поддержка на государственном уровне развития электромобилей, их владельцев субсидируют напрямую или налоговыми льготами. Так, в Великобритании и США покупателям электромобиля выделяют из госбюджета 25–50% от его стоимости, но не более 7500 долл. США. В Японии, Бельгии, Италии, Китае и Канаде разработаны системы налоговых льгот и вычетов и другие льготы (бесплатные номерные знаки в Китае, финансирование инфраструктуры, субсидирование производителей), экономящие покупателю до 1/3 стоимости электромобиля.

В Китае правительством поставлена задача увеличения к 2020 г. производства электромобилей и гибридов до 2 млн единиц ежегодно. США планируют увеличить количество электромобилей в стране до миллиона к 2015 г.

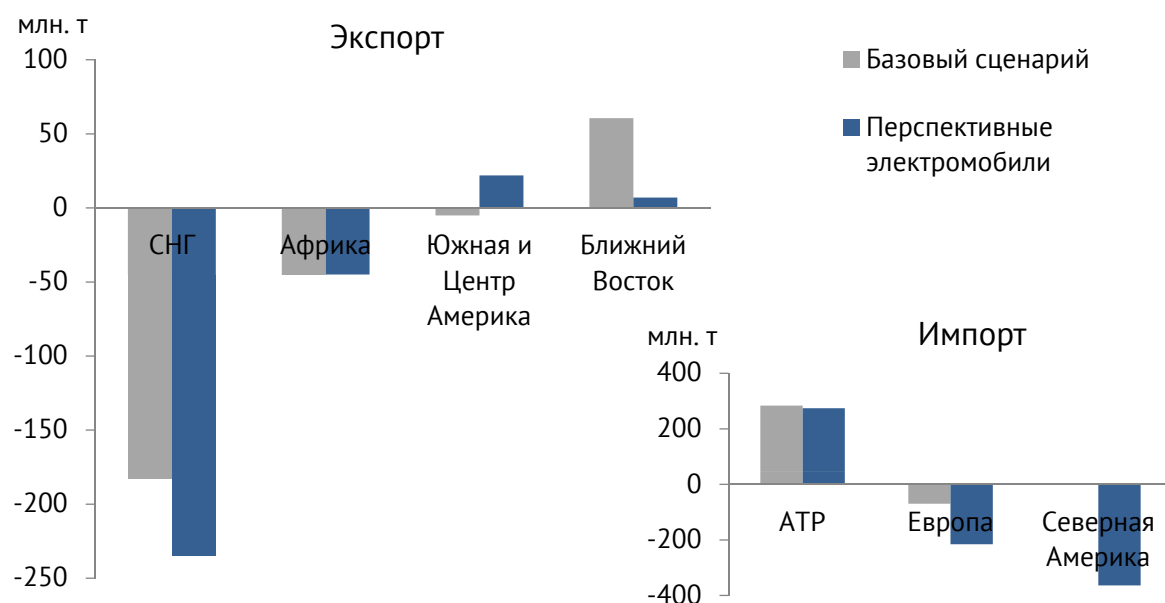
Реализация сценария «Перспективные электромобили» требует всесторонней поддержки государства, иначе электромобили не смогут конкурировать с традиционным транспортом.

Электроэнергия может составить 5% к 2030 году от общего потребления в секторе дорожного транспорта (эквивалентно 293 млн т моторного топлива) к 2030 г., к 2040 – 10% (600 млн т), при выполнении ряда предпосылок:

- 1) страны ОЭСР и Китай продолжают поддержку «зеленого транспорта» и субсидируют электромобили до 2025 г.;
- 2) технологическое совершенствование аккумуляторов обеспечит:
 - запас хода на одной заправке до 300 км
 - снижение стоимости на 50% (с 20 до 10 тыс. долл. 2010)
 - срок службы аккумуляторных батарей не менее 7 лет
 - тройное уменьшение веса (до 100 кг)
 - сокращение времени полного заряда батареи от электросети 220 В до 30–40 минут;
- 3) правительства, энергокомпании и автоконцерны профинансируют создание инфраструктуры, при которой электромобили станут доступным для всех видом транспорта.

При реализации подобного электротранспортного прорыва к концу периода с нефтяного рынка будет вытеснено до 600 млн т, и цена нефти снизится до 102 долл./барр., что уменьшит ее производство и экспорт в ряде регионов с высокими затратами на добычу, в частности в Европе и странах СНГ (Рисунок 3.20).

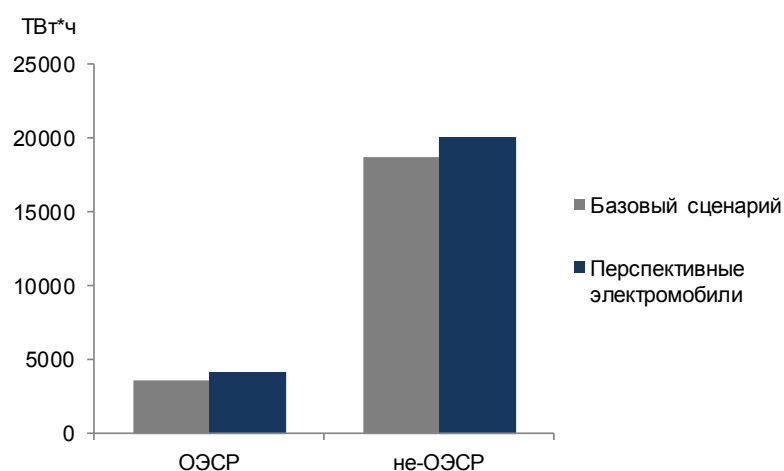
Рисунок 3.20 – Изменение экспорта и импорта нефти в 2040 г. по сравнению с 2010 г.



Источник: ИНЭИ РАН

Развитие электротранспорта увеличит выработку электроэнергии на 4% по сравнению с базовым сценарием (что представляется сложной задачей), а прирост выработки по странам ОЭСР должен почти удвоиться (Рисунок 3.21).

Рисунок 3.21 – Прирост производства электроэнергии по сценариям в 2010–2040 гг.



Источник: ИНЭИ РАН

Анализ требуемой для реализации сценария структуры генерации показывает, что спрос на газ возрастает по сравнению с базовым сценарием на 80-90 млрд куб. м и на уголь – на 120–130 млн т. При этом цены на газовом рынке несущественно увеличиваются и способствуют переключению на альтернативные топлива, включая ядерное и ВИЭ (Рисунки 3.22, 3.23). Однако на фоне роста цен топлива для электроэнергетики и снижения цен нефти (из-за снижения спроса) конкурентоспособность традиционных ДВС возрастет.

Рисунок 3.22 – Влияние дополнительного спроса на газ в сценарии «Перспективные электромобили» на цены

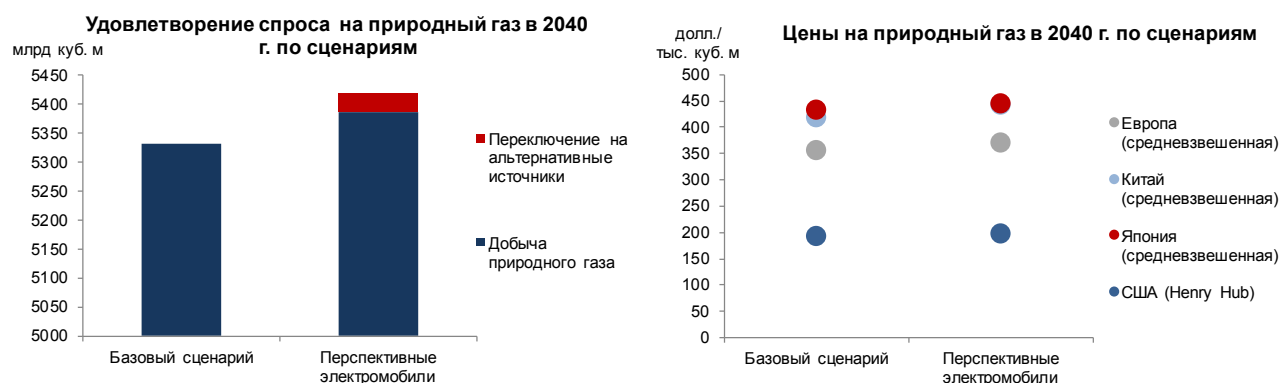
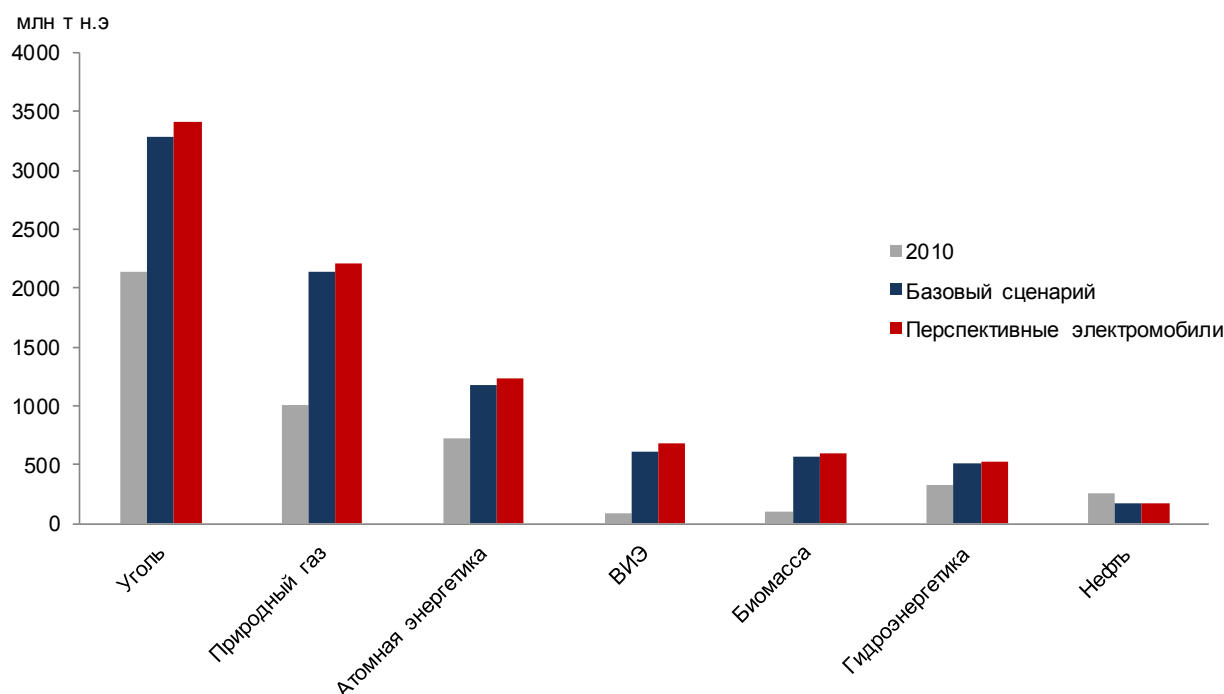


Рисунок 3.23 – Необходимые объемы генерации электроэнергии по двум сценариям



Источник: ИНЭИ РАН

Для обеспечения конкурентоспособности электромобилей на протяжении всего прогнозного периода цена на электроэнергию не должна превышать 45 центов за кВт·ч при выполнении всех обозначенных выше предпосылок. Однако на фоне неизбежного роста цен на топливо для генерации электроэнергии эта задача практически невыполнима без существенной государственной поддержки.

Газовые гидраты

Одним из наиболее перспективных энергоресурсов являются газовые гидраты – молекулы газа, заключенные в оболочку из молекул воды. Основные их ресурсы сосредоточены в морских донных отложениях и в районах вечной мерзлоты. По грубым отечественным и зарубежным оценкам, запасы газогидратов составляют 52–54% всех запасов газа на

планете.

Наиболее активные исследования по разработке газогидратных залежей ведет Япония, которая уже приступила к экспериментальной добыче. Исследования были начаты в СССР и ведутся в США, Канаде, Китае, Норвегии, Германии, Франции, Индии, Южной Кореи; импортеры газа надеются, что освоение этих запасов метана освободит от их энергетической зависимости. Но проблема в том, что газогидраты стабильны только на глубине при высоком давлении и при бурении метан покидает гидраты и «уходит» в атмосферу. Однако безопасная и эффективная добыча газогидратов обещает стать новым технологическим прорывом в мировой энергетике.

В Прогнозе-2013 до 2040 г. не ожидается появления экономически эффективной промышленной технологии добычи газогидратов. Но, поскольку японская компания Japan Oil, Gas & Metals National Corp. (Jogmec) заявила в 2013 г. о начале пробной разработки подводного газогидратного месторождения и получения из него газа, а также о планах получить пригодную для промышленного использования технологию к 2018 г., считаем полезным оценить диапазон экономической эффективности данной технологии.

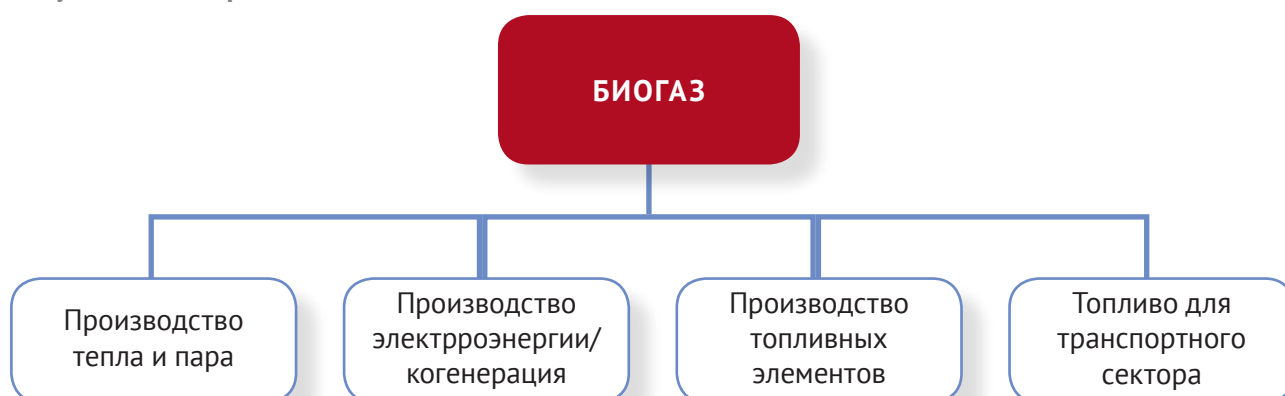
Заявленная разработчиками расчетная себестоимость добычи метана из поддонных газогидратов – 50 иен/куб. м (около 540 долл./тыс. куб. м). По нашим же расчетам, данная технология экономически конкурентоспособна только при затратах на добычу до 390 долл./тыс. куб. м.

Биогаз

Биогаз получают из биомассы процессом биологического разложения, когда органические материалы преобразуются в метан, углекислый газ и компостируются при отсутствии кислорода. По составу (50–70% метана, 50–30% углекислого газа) биогаз близок к природному и используется в тех же целях, а с очисткой становится «зеленым» газом, или биометаном, и может закачиваться в транспортную систему природного газа, что достаточно распространено в Нидерландах, Швеции и Германии.

В энергетике существуют четыре основных способа использования биогаза (Рисунок 3.24).

Рисунок 3.24 – Применение биогаза



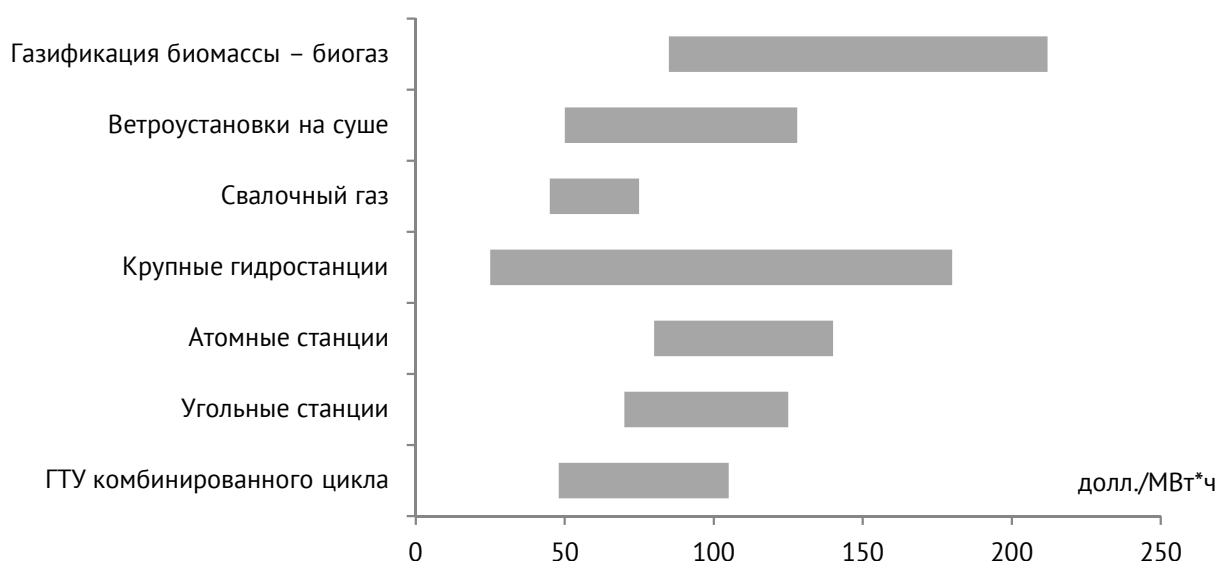
Источник: ИНЭИ РАН

Наиболее распространено использование биогаза для производства тепла и электроэнергии газовыми турбинами мощностью от 800 кВт до

нескольких десятков МВт, а теперь успешно применяются и микротурбины (от 25 до 100 кВт). Эта технология особенно актуальна в сельских районах, на территории агропромышленных предприятий и при решении специальных целей в городах и мегаполисах, но наиболее эффективна в сельском хозяйстве из-за возможности осуществления полного экологического цикла.

На развитых рынках удельные дисконтированные затраты производства электроэнергии на биогазовых установках сегодня варьируются от 85 до 210 долл. за МВт*ч (Рисунок 3.25).

Рисунок 3.25 – Удельные дисконтированные затраты производства электроэнергии по видам энергоресурсов



Источник: Bloomberg New Energy Finance 2012

Основные факторы, способствующие развитию применения биогаза: ВИЭ-субсидии, сравнительно низкий срок окупаемости, экологичность, возможность использовать для энергоснабжения в удаленных местностях.

В отдельных случаях (в зависимости от страны и непосредственного места использования) биогазовая электрогенерация вполне конкурентоспособна с производством электроэнергии на основе природного газа и угля и вырабатываемой на АЭС.

Сегодня на европейском рынке объем производства биогаза превышает 10 млрд куб. м в год. Одну из лидирующих позиций в мире занимает Китай – около 15 млрд куб. м ежегодно.



Влияние рынков на энергетику и экономику России

4. РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

Исходный сценарий развития экономики и энергетики России

В качестве *исходного сценария* для России (и входных параметров для оптимизационных моделей мировых энергетических рынков) в Прогнозе-2013 взяты показатели развития, которые в период до 2030 г. в основном соответствуют инновационному сценарию долгосрочного прогноза Министерства экономического развития РФ от начала 2013 г., а затем сохраняют его тенденции.

Согласно этому исходному сценарию прогнозируется небольшой рост численности населения страны – до 144 млн чел. в 2020 г. с ускоряющимся снижением до 138 млн чел. в 2040 г. Валовой внутренний продукт России увеличится к 2040 г. в 3,2 раза, или в среднем на 3,4% ежегодно, а в расчете на душу населения вырастет в 3,3 раза. Россия при этом до 2030 г. сохранит 6-е место по объемам ВВП среди стран мира, а к 2040 г. опередит Японию и поднимется на 5-е место, упрочив свое геополитическое положение.

На Рисунке 4.1 показаны динамика и составляющие ВВП для исходного варианта развития экономики и энергетики России (столбцы 1). Такой динамике населения и экономики соответствует рост внутреннего спроса на энергоресурсы на 39% к 2040 г., его на 40% создают электростанции. Покрытие этого спроса наполовину обеспечивает природный газ (Рисунок 4.2, столбцы 1).

В данном сценарии предполагается, что энергоемкость российского ВВП должна снизиться на 57% к 2040 г. – это быстрее среднемировой динамики данного показателя. Однако, несмотря на высокие темпы снижения, энергоемкость российской экономики все же останется выше среднемировой на 75% (в 2010 г. превышение составляло 90%).

Исходный вариант предусматривает небольшой рост экспорта энергоресурсов к 2020 г., затем стагнацию и снижение суммарного экспорта при уменьшении вывоза нефти и нефтепродуктов и увеличении экспорта газа, особенно в виде СПГ (Рисунок 4.3, столбцы 1). При этом в данном сценарии Россия и через 30 лет остается не только крупнейшим в мире экспортером нефти и газа, но и крупнейшим их производителем.

Такому внутреннему и внешнему спросу соответствует рост производства первичной энергии на 20%, в основном за счет газа, возобновляемых энергоресурсов и ядерной энергии при уменьшении доли нефти и сохранении доли угля (Рисунок 4.4, столбцы 1). Добыча газа в исходном сценарии превысит 900 млрд куб. м в год, и сравниться с ней могут только США. Добыча нефти стабилизируется до 2030 г. близко к современной (500 млн т в год) и будет сопоставима с добычей Саудовской Аравии и США.

Далее эти параметры исходного сценария – динамика потребления и возможности производства энергоресурсов в России, затраты на добычу, переработку и транспорт нефти и газа, а также действующие ныне экспортные пошлины и налоговая нагрузка на эти отрасли – были заложены в оптимизационные модели мировых энергетических рынков с целью а) анализа реализуемости этих параметров исходного сценария в условиях жестких ограничений со стороны спроса и конкурирующих поставщиков на глобальных энергетических рынках и б) выявления возможных послед-

ствий для России различных вариантов развития мировой энергетики.

Российские ресурсы на мировых энергетических рынках: внешние ограничения

Учет конъюнктуры внешних рынков ведет к снижению прогноза российского экспорта нефти и нефтепродуктов после 2015 г. на 25–30% по сравнению с исходным вариантом с потерей 100–150 млрд долл. ВВП в год

Расчеты показали существенное уменьшение по сравнению с исходным сценарием размеров воспринимаемых внешними рынками поставок российских углеводородов.

В базовом прогнозе емкости и цен мировых рынков **российская нефть** оценивалась по затратам на освоение месторождений и развитие транспорта (согласно данным Goldman Sachs и нефтяных компаний) и с учетом действующего налогообложения. По результатам моделирования, на мировом рынке она оказалась среди замыкающих поставщиков с неполным использованием потенциальных возможностей добычи (Рисунок 2.11). В результате с учетом конъюнктуры внешних рынков, в базовом прогнозе российский экспорт нефти и нефтепродуктов снизился после 2015 г. на 25–30% по сравнению с исходным вариантом с потерей 100–150 млрд долл. ВВП в год (Рисунок 4.5, столбцы 2).

Если понизить экспортные пошлины на нефть на 35% (до 255 долл./т), то добыча и экспорт российской нефти почти вернутся к исходному варианту. Однако вклад нефтяной отрасли в ВВП страны сократится еще больше, чем без пошлины (Рисунок 4.5, столбцы 3). Таким образом, сохранение объемов экспорта российской нефти не может компенсировать необходимое для этого уменьшение экспортной пошлины рынков.

Еще 20–25 млрд долл. ВВП страна будет ежегодно терять от снижения цен нефти в случае реализации сценария «сланцевого прорыва» (Рисунок 4.5, столбцы 4).

В базовом прогнозе емкости и цен мировых рынков **российский газ** оценен по отдельным корпоративным публикациям о стоимости основных инвестиционных проектов и тоже с учетом действующего налогообложения. По результатам моделирования мировых рынков газа, Россия также оказалась в числе замыкающих поставщиков на европейском и азиатском региональных рынках с неполным использованием потенциальных возможностей добычи (Рисунок 2.23). Учет сложной конъюнктуры внешних рынков и растущей конкуренции с другими поставщиками газа привели к тому, что по сравнению с исходным вариантом в базовом сценарии российский экспорт газа снизится после 2015 г. на 15–20% с потерей 40–50 млрд долл. ВВП в год (Рисунок 4.5, столбцы 2).

Если отказаться от действующей экспортной пошлины на сетевой газ (30%), то добыча и экспорт российского газа увеличатся, но так и не достигнут уровней исходного сценария. При этом, как и по нефти, вклад газовой отрасли в ВВП страны сократится еще больше, чем без пошлины (Рисунок 4.5, столбцы 3), то есть фискальное стимулирование экспорта российского газа не компенсирует отказа от экспортной пошлины.

Еще на 20–25 млрд долл. в год ВВП страны сократится в результате снижения цен газа в случае реализации сценария «сланцевого прорыва» (Рисунок 4.5, столбцы 4).

Обращает на себя внимание, что негативные для России последствия нефтяной и газовой «сланцевой революции» (даже с учетом ее возможного нового импульса) наиболее сильны в ближайшие 10–15 лет и последовательно ослабевают к 2040 г.

Рисунок 4.1 – Динамика ВВП России

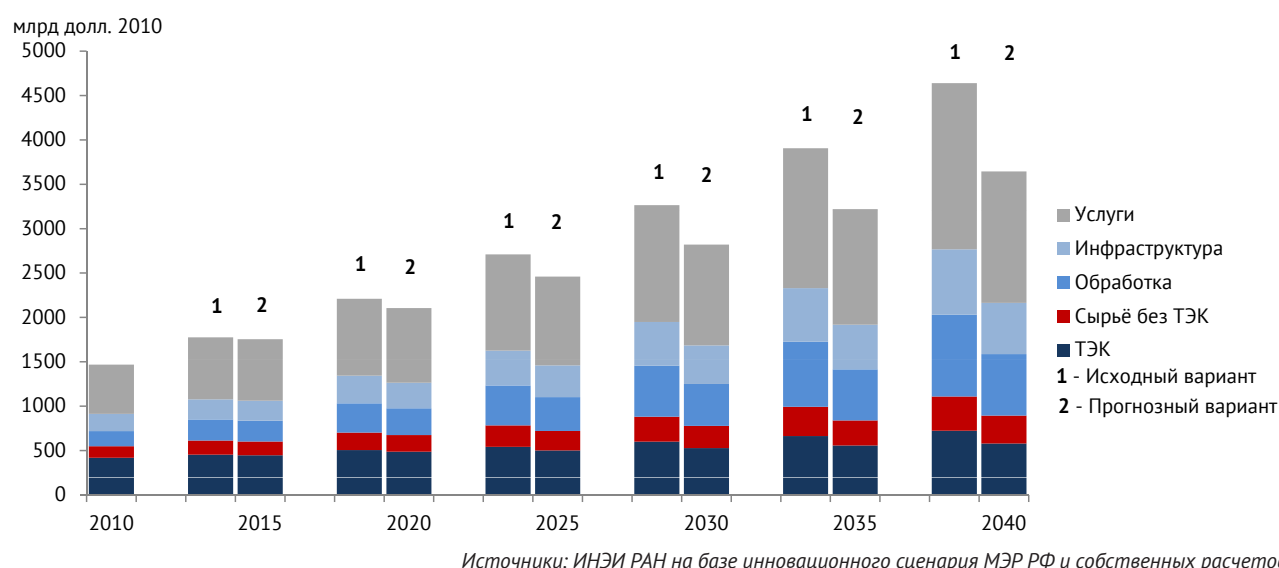


Рисунок 4.2 – Потребление первичных энергоресурсов в России по видам топлива

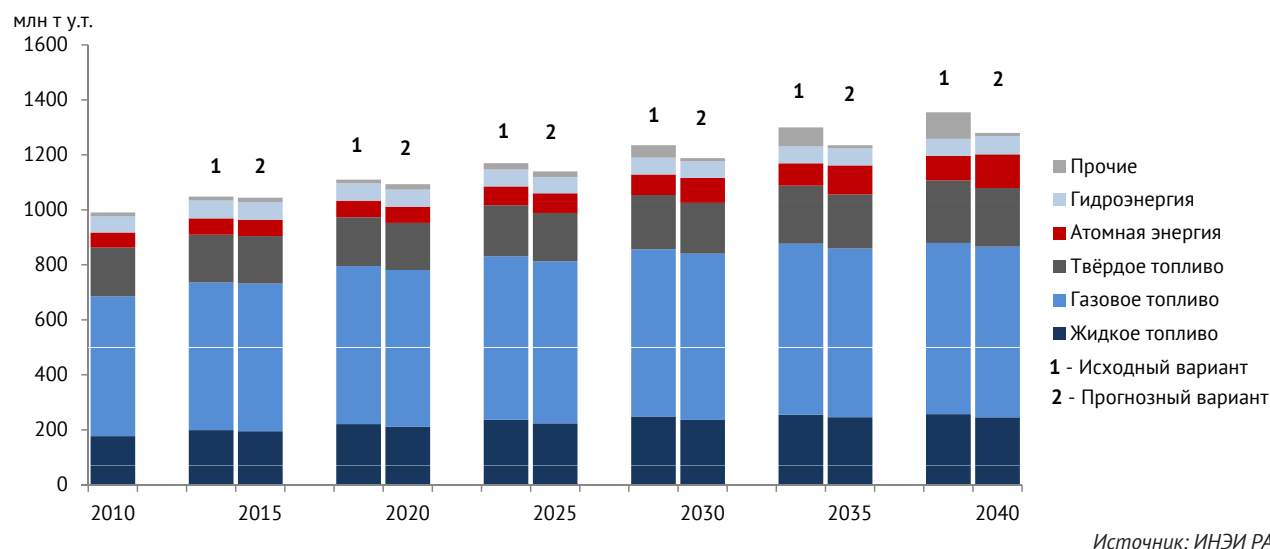


Рисунок 4.3 – Экспорт энергоресурсов из России по видам топлива

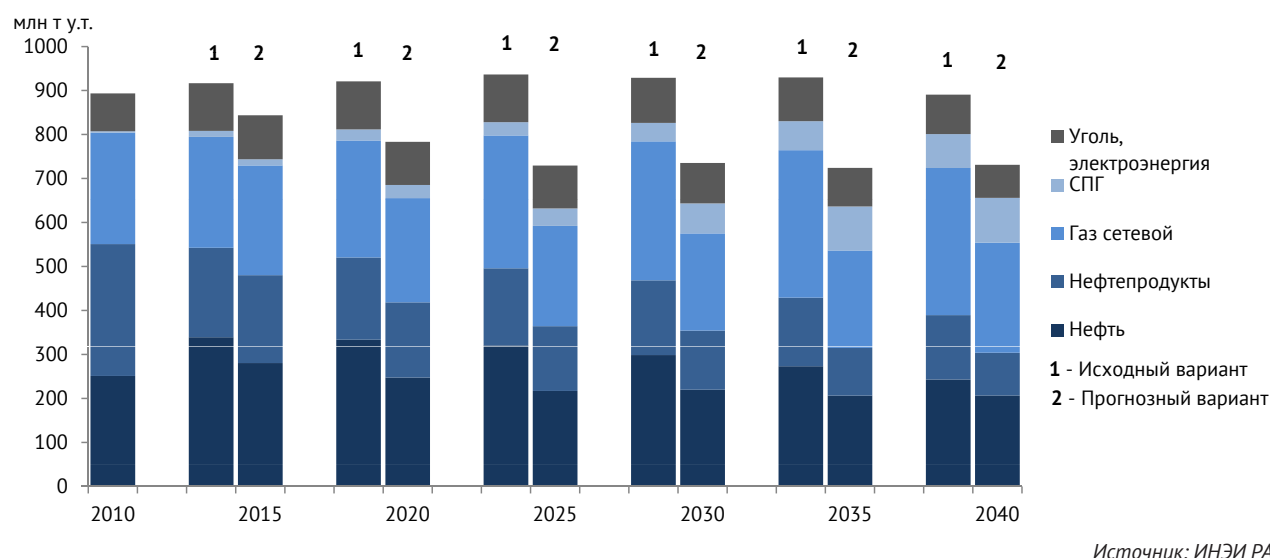
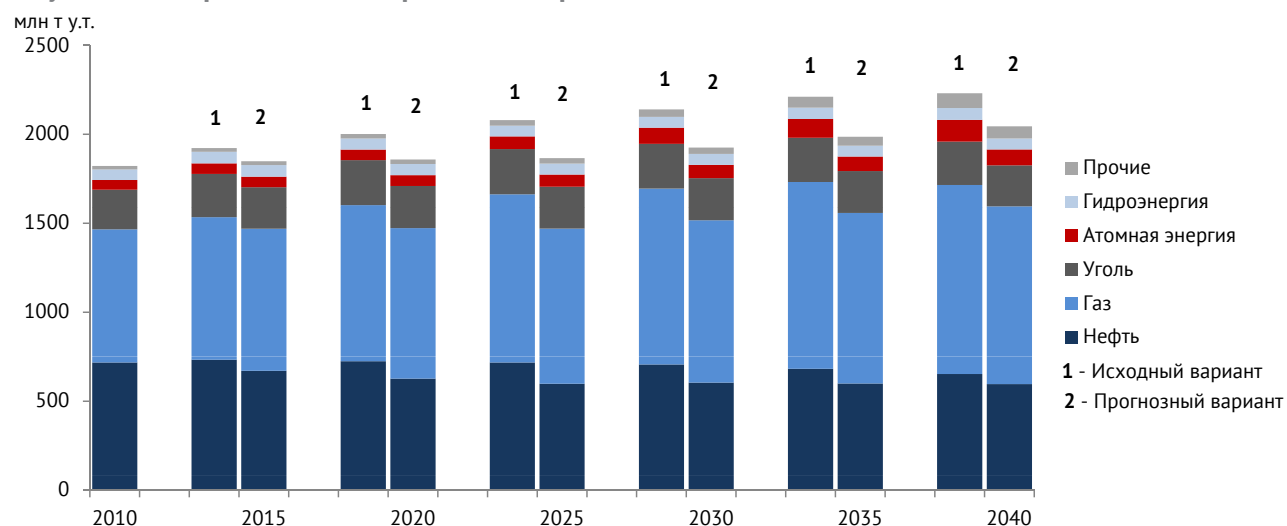
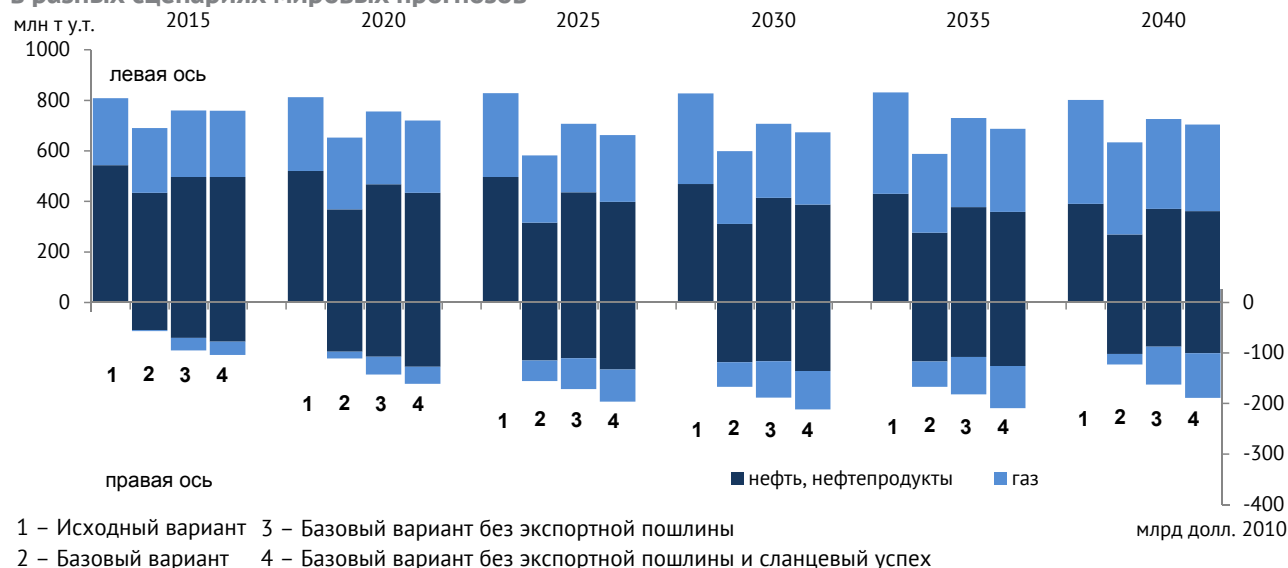


Рисунок 4.4 – Производство первичной энергии в России по видам топлива



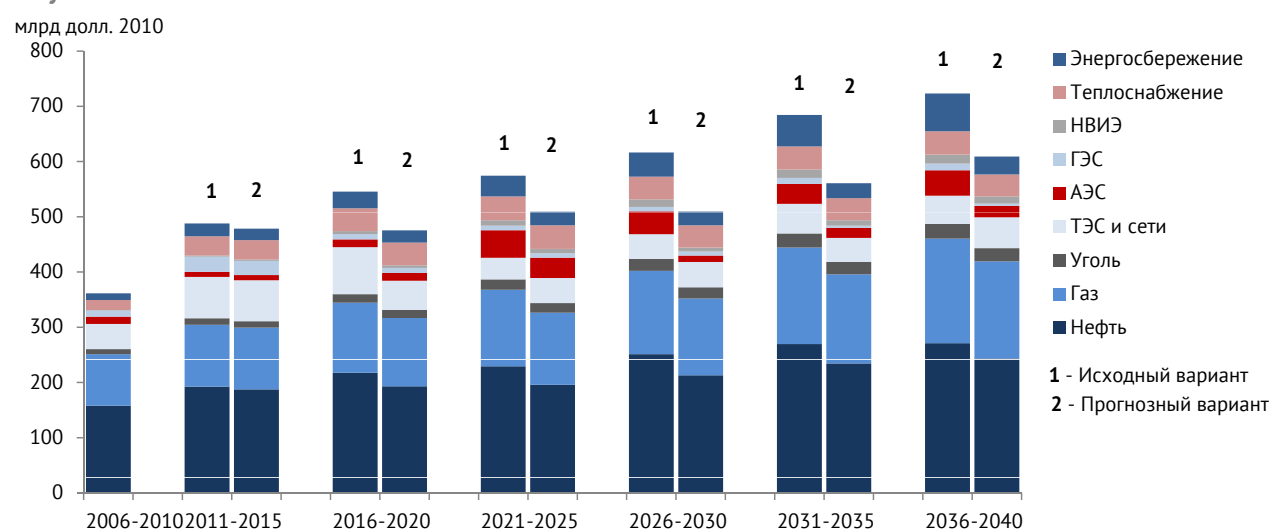
Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 4.5 – Объемы экспорта энергоресурсов (верх) и уменьшение его вклада в ВВП России (низ) в разных сценариях мировых прогнозов



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок 4.6 – Капиталовложения в ТЭК России



Источник: ИНЭИ РАН

Прогнозный вариант развития экономики и энергетики России

Настоящее исследование выявило большие риски для российской экономики и энергетики в результате трансформаций мировых энергетических рынков: снижение объемов экспорта нефти и газа и выручки от экспорта относительно планируемых показателей, замедление роста ВВП страны, ухудшение всех основных параметров российского ТЭК.

Настоящее исследование выявило большие угрозы российской экономике и энергетике в результате ожидаемых глубоких трансформаций мировых энергетических рынков. Полученный моделированием базовый прогноз уступает исходному сценарию по всем основным показателям:

- В базовом прогнозном сценарии в предстоящие 10–15 лет Россия на 20% и более снизит и затем стабилизирует объемы экспорта нефти и газа (Рисунок 4.3, столбцы 2), хотя и останется крупнейшим мировым поставщиком топлива на мировые рынки.
- Снижение выручки от экспорта газа, а еще более – от продажи нефти на треть уменьшит вклад углеводородного экспорта в ВВП страны. Свойственные этим отраслям сильные мультипликативные эффекты, а также уменьшение притока в них иностранных капиталов существенно усилят воздействие спада экспортной выручки и замедлят развитие экономики страны в среднем на один процентный пункт ежегодно – см. Рисунок 4.1 и Таблицу 4.1. Тогда по динамике ВВП Россия вместо описанного в исходном сценарии небольшого опережения роста среднемирового ВВП будет демонстрировать отставание от него и не поднимется выше сегодняшнего 6-го места в мире. Это, естественно, в определенной мере ослабит геополитические позиции страны.
- Замедление темпов роста ВВП приведет к ухудшению всех основных параметров российского ТЭК – объема инвестиций (включая инвестиции в энергосбережение), потребления и производства энергоресурсов. При умеренном сокращении внутреннего спроса (Рисунок 4.2, столбцы 2) суммарное производство энергоресурсов уменьшится сильнее, чем экспорт (Рисунок 4.4, столбцы 2), хотя Россия сохранит сегодняшнее место третьего крупнейшего их производителя в мире.

Таблица 4.1 – Роль ТЭК в экономике России, %

	2010 г.	2015 г.		2020 г.		2025 г.		2030 г.		2035 г.		2040 г.	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Прирост ВВП	4,3	4,5	4	4,3	3,3	4,2	3,2	3,8	2,8	3,7	2,7	3,5	2,5
Вклад ТЭК в ВВП	28,5	25,6	25,5	22,9	23,1	20,0	20,4	18,4	18,8	17,0	17,3	15,6	15,9
Инвестиции* в ТЭК от ВВП	4,6	5,2	6,4	4,3	3,9	3,9	3,8	3,5	3,5	3,2	3,2	2,8	2,8
Доля ТЭК в общих инвестициях	22,6	23,8	23,5	17,4	15,1	15,0	12,3	13,4	13,4	12,5	12,5	11,2	11,2

* В среднем за 5 лет.

Источник: ИНЭИ РАН

1 – исходный вариант, 2 – прогнозный вариант

Существует два основных варианта повышения конкурентоспособности российского экспорта углеводородов на внешних рынках: снижение изъятий государства и сокращение компаниями затрат по всей цепочке поставок

На первый взгляд, для противодействия этим угрозам полезно уменьшить или даже ликвидировать пошлины на экспорт углеводородов, тем более что крупные игроки мировых рынков их не практикуют и это не одобряется ВТО. Отказ от пошлин, конечно, повысит конкурентоспособность российских углеводородов и позволит увеличить объемы экспорта, но имеет два отрицательных следствия. Во-первых, как упоминалось, вклад экспорта в ВВП только сократится из-за того, что прирост размеров вывоза будет меньше потери от снижения пошлины, накладываемой на весь его объем. Во-вторых, это обоснованно повысит внутренние цены газа и нефтепродуктов, что замедлит развитие и уменьшит добавленную стоимость большинства видов экономической деятельности и еще больше затормозит экономику страны.

По-настоящему результативным средством противодействия внешним вызовам должно служить радикальное повышение инвестиционной эффективности российского ТЭК и энергетической эффективности экономики в целом. По обоим направлениям Россия имеет уникальные возможности. Действительно, российский ТЭК уже осуществляет гигантские капиталовложения, которые в ближайшие годы должны еще вырасти в соответствии с утвержденным Схемой развития отраслей ТЭК и достигнуть беспрецедентных 6–7% от ВВП (Таблица 4.1), при том, что в среднем по миру этот показатель составляет около 1,3–1,5%. Аналогично национальное хозяйство России имеет один из самых низких в мире показателей производства ВВП с единицы энергии (второе меньше среднего по миру), и к 2040 г. в прогнозном варианте этот разрыв практически не уменьшится.

Главной целью должно стать радикальное снижение стоимости инвестиционных проектов - необходимо ранжировать инвестиционные проекты с отказом или отсрочкой реализации экономически неэффективных.

Для устранения такого расточительства потребуются две согласованные группы мер – инновационно-технологическая и хозяйственно-организационная. Первая имеет стратегический характер и требует длительного постоянного воздействия. Вторая же группа допускает достаточно быстрые и действенные решения, столь необходимые при ожидаемых глобальных турбулентностях. В российском ТЭК целью хозяйственно-организационных мер должны стать в первую очередь радикальное снижение стоимости инвестиционных проектов и тщательные оценки их экономической эффективности и рисков. Необходимо ранжировать инвестиционные проекты, в том числе направленные на диверсификацию маршрутов, продуктов и рынков сбыта с отказом или отсрочкой реализации экономически неэффективных. Это подтверждают и результаты анализа зарубежными и российскими специалистами стоимости отечественных энергетических проектов, которые регулярно показывали кратное их удорожание по сравнению с мировыми аналогами⁴, и при этом нередко мощность построенных объектов годами была слабо загружена⁵.

Вторым необходимым (но далеко не достаточным) условием повышения эффективности и снижения рисков инвестпроектов является широкое исследование перспектив внешних и внутренних энергетических рынков. Настоящий второй цикл таких исследований демонстрирует возможные подходы, усовершенствованные средства и новые результаты, но еще недостаточен для полноценной оценки экономической и особенно коммерческой эффективности конкретных проектов. В стране очевидно необходимы создание механизма постоянного мониторинга и корректировки экспортной политики (при четком соответствии ей всех тактических действий) и создание российской системы прогнозирования перспектив развития энергетических рынков с возможностью анализа их чувствительности к различным факторам, включая поведение основных игроков.

Главным же условием повышения конкурентоспособности российского ТЭК является коренное улучшение качества государственного и особенно корпоративного управления. В последнем важную роль может сыграть привлечение иностранных партнеров в консорциумы по освоению ресурсов (особенно в восточной части страны, на шельфах и месторождениях нетрадиционных углеводородов). При правильной постановке дела это позволит:

4 Например, используемые в наших расчетах данные о стоимости российских газовых инвестпроектов, взятые из корпоративных публикаций, более чем вдвое выше их международных оценок в базе данных газовой модели NEXANT.

5 Например, газопровод «Голубой поток», предназначенный для поставок природного газа через акваторию Черного моря напрямую в Турцию, в течение 10 лет был загружен менее чем на 50%.

- привлечь внешние инвестиции и передовые технологии,
- развить более перспективные в новых условиях виды бизнеса,
- обеспечить жесткий контроль затрат и результативности деятельности,
- получить дополнительные гарантии сбыта продукции,
- облегчить доступ к логистике и адаптацию к правилам внешних рынков.

Предварительные оценки показывают принципиальную возможность компенсировать комплексом таких своевременно принятых мер негативные последствия предстоящих трансформаций мировых энергетических рынков с возвращением экономики и энергетики России к исходному сценарию развития.



Приложения

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Методология

Блок мировой энергетики модельно-информационного комплекса SCANNER состоит из группы взаимосвязанных модулей, позволяющих проводить согласованный расчет показателей на базе методов оптимизации, эконометрического анализа и балансового подхода.

База для расчетов имеет высокую степень детализации: в ней выделены 12 стран СНГ, 37 стран Европы, всего – до 192 узлов. Мировой прогноз увязан с детальным прогнозом ТЭК России, что позволяет оценивать риски и перспективы функционирования российской энергетики в глобальном контексте.

Основой ретроспективной информации по большинству энергетических показателей являются данные МЭА.

Спрос на первичную энергию, электроэнергию и жидкие топлива (нефтепродукты и др.) рассчитывается на основе спрогнозированных показателей экономического развития (ВВП) и демографии (Рисунок П1). Полученный спрос на электроэнергию передается в Модуль электрогенерации, где обеспечивается его удовлетворение по видам топлива с учетом эффективности использования энергоресурсов. Результаты поступают в балансовый модуль, задача которого – найти рациональный вариант обеспечения имеющегося спроса энергоресурсами.

На перспективы развития ВИЭ (для генерации) и использования атомной энергии большое значение оказывает энергетическая политика, поэтому эти показатели рассчитываются в отдельных модулях с учетом структуры действующих, строящихся и планируемых мощностей, предпосылок об экономической эффективности и энергетической политике отдельных стран.

Основная цель всех ресурсных модулей – решение оптимизационной задачи минимизации суммарных издержек на удовлетворение спроса с учетом экономической целесообразности замещения альтернативными топливами. Объемы и экономические параметры возможного замещения жидких и газовых видов топлива задаются степенями по каждому узлу. Для газа рассматривается конкуренция с углем, атомной энергетикой и ВИЭ в электроэнергетике, для нефтяных видов топлива – с биотопливом, газом и углем (GTL, CNG, CTL) и электроэнергией (переход на электромобили).

Модель рынка жидких топлив по результатам оптимизации определяет, сколько по узлам нефтепродуктов и других альтернативных топлив будет востребовано, объемы задействованных мощностей добычи, транспорта, переработки, полные удельные затраты на удовлетворение спроса (балансовые цены). Добыча показывается по типам нефти (традиционная, сланцевая и т.д.), нефтепродукты разбиты на 6 видов. В модели введены свыше 2000 маршрутов трубопроводным, железнодорожным и морским транспортом и данные по 872 НПЗ.

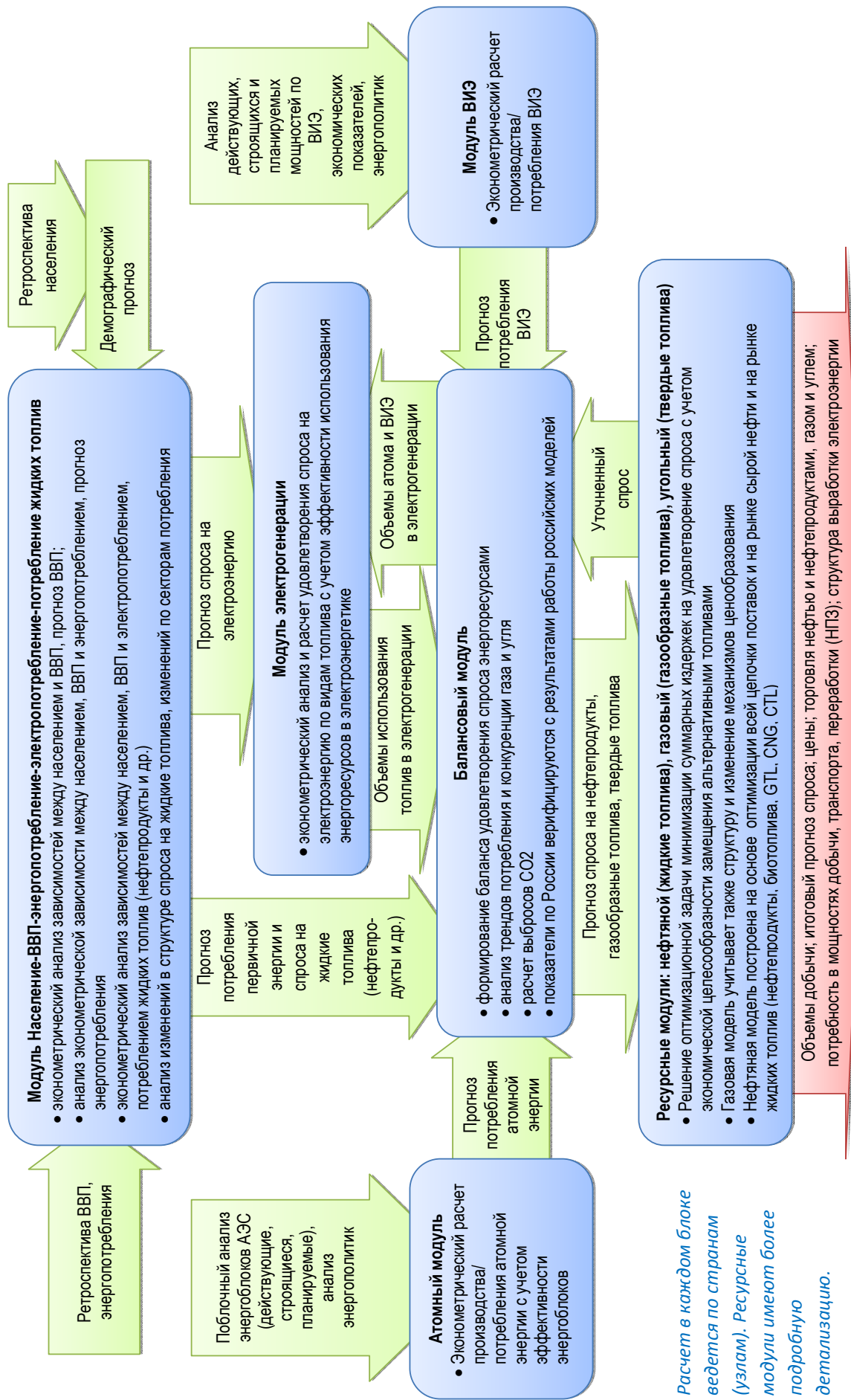
Газовый блок охватывает рынок всех газовых топлив. Модель по результатам оптимизации определяет, сколько по узлам газа и других топлив будет востребовано, объемы добычи, загрузку транспортных мощностей, цены. В модели введены 393 газотранспортных коридора, соединяющих узлы во всех регионах мира, и 1916 маршрутов транспортировки СПГ морскими танкерами.

Угольный блок охватывает рынок всех твердых топлив. Модель определяет требуемые объемы производства топлива по узлам, цены и маршруты поставок.

Для крупных стран в ресурсных модулях выделяются несколько узлов.

После определения объемов использования каждого вида топлива проводится расчет выбросов CO₂.

Рисунок П1 – Методология расчетов



Приложение 2. Региональные балансы

Рисунок П2 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в мире

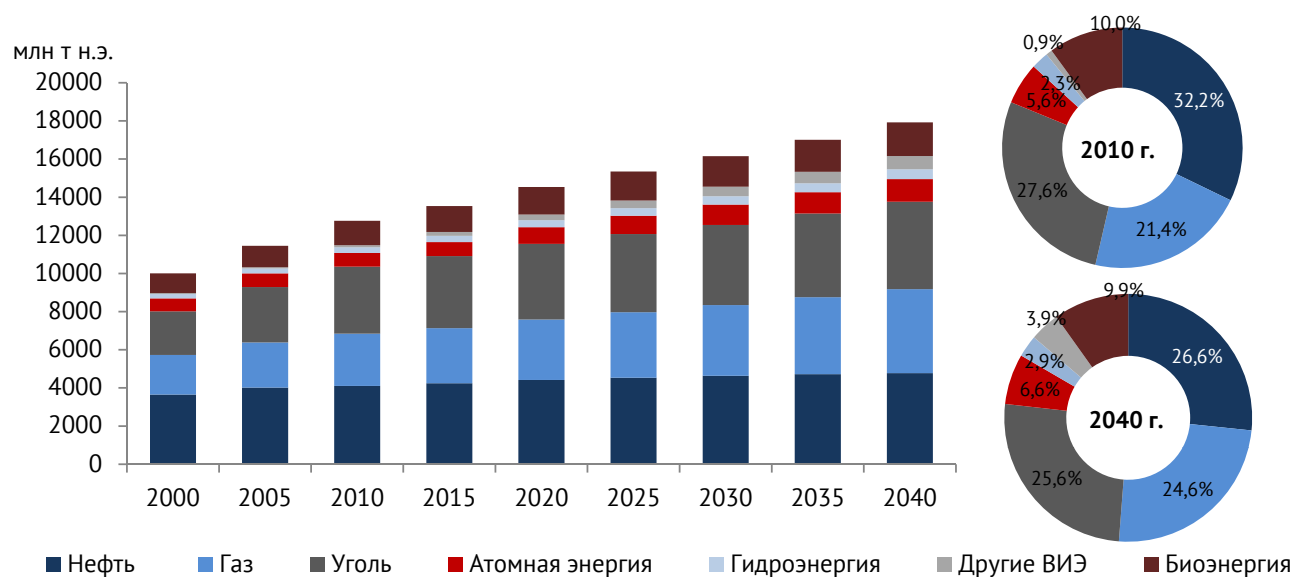


Рисунок П3 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в странах ОЭСР

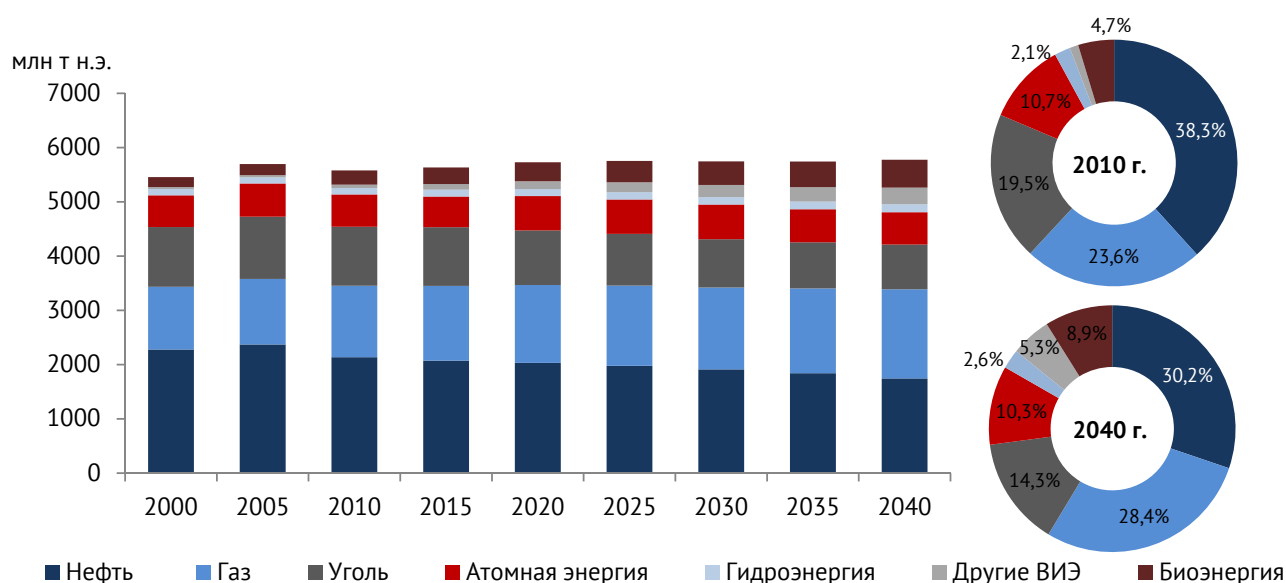


Рисунок П4 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в странах не-ОЭСР

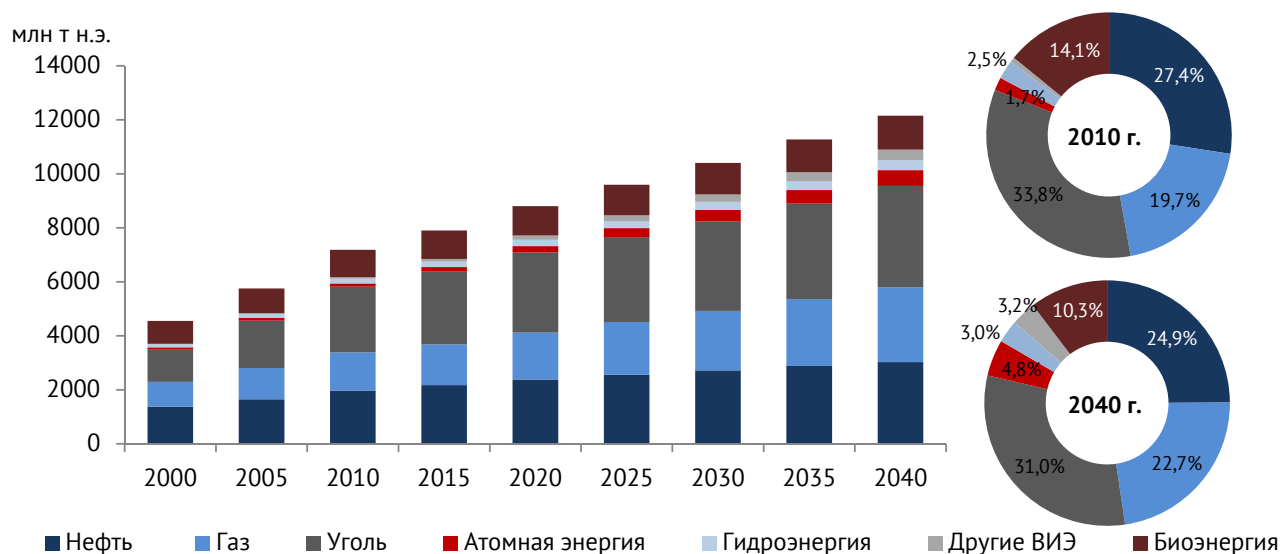


Рисунок П5 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в Северной Америке

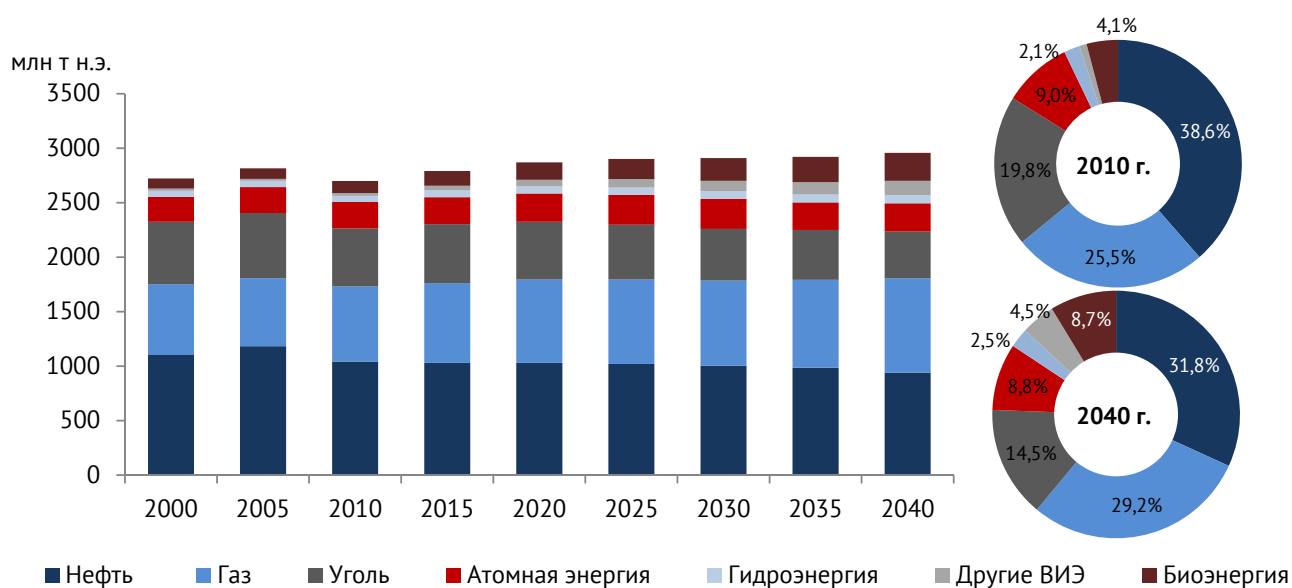


Рисунок П6 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в Южной и Центральной Америке

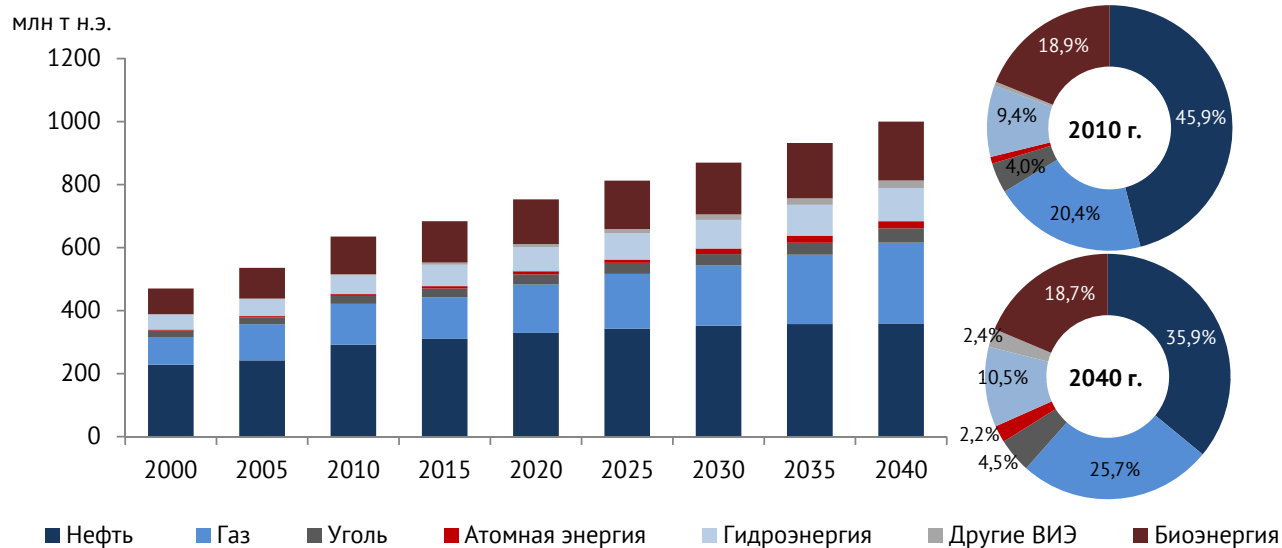


Рисунок П7 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в Европе

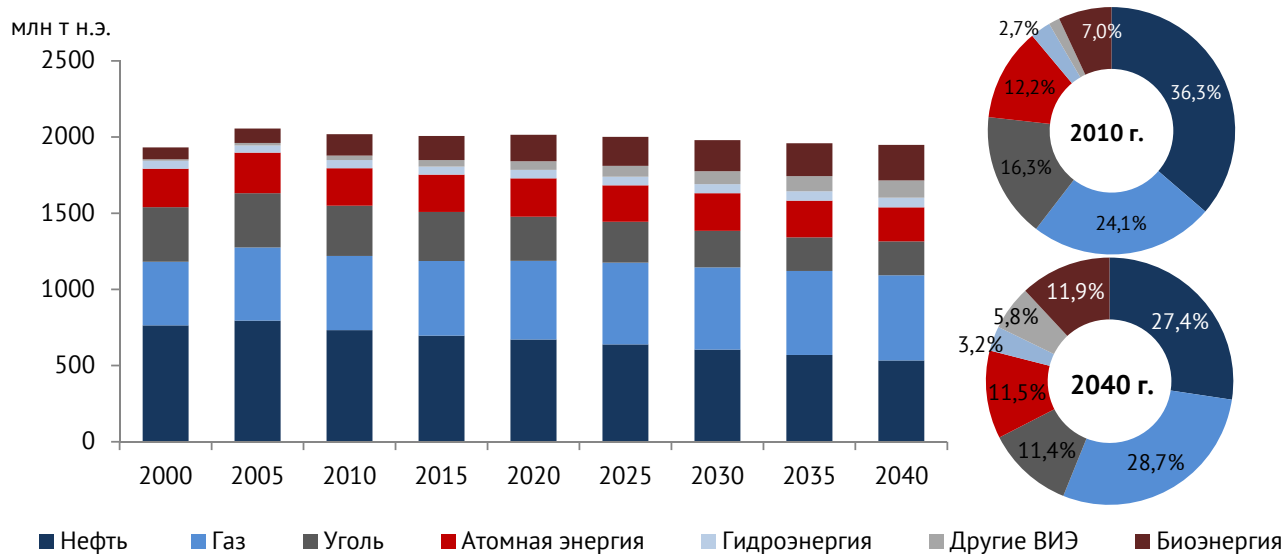


Рисунок П8 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в СНГ

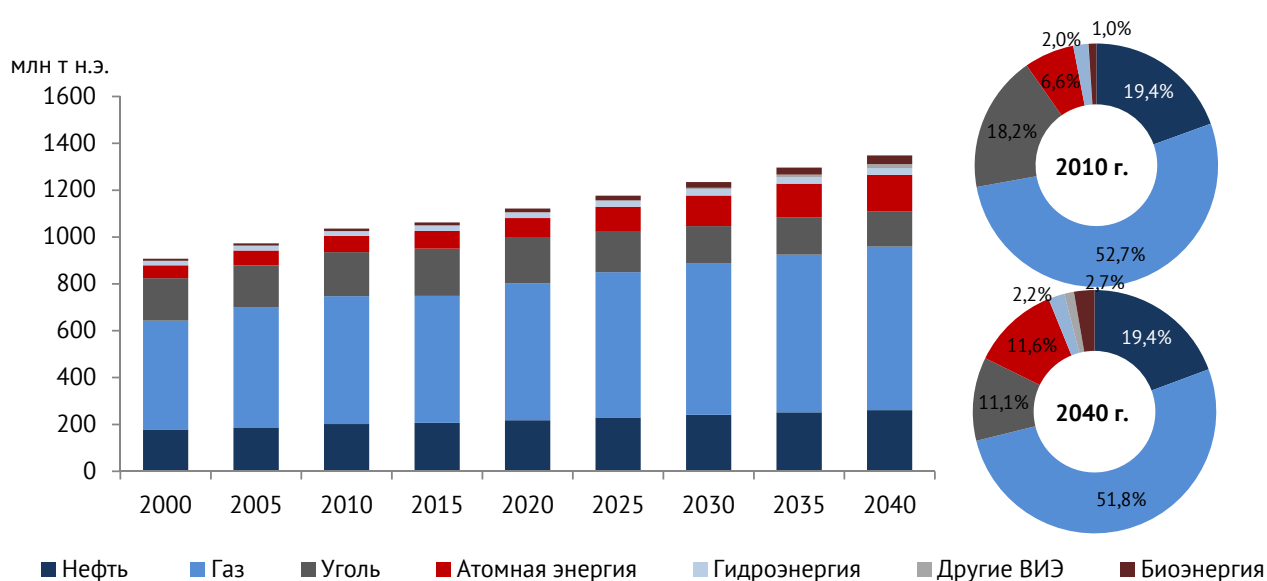


Рисунок П9 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в странах развитой Азии

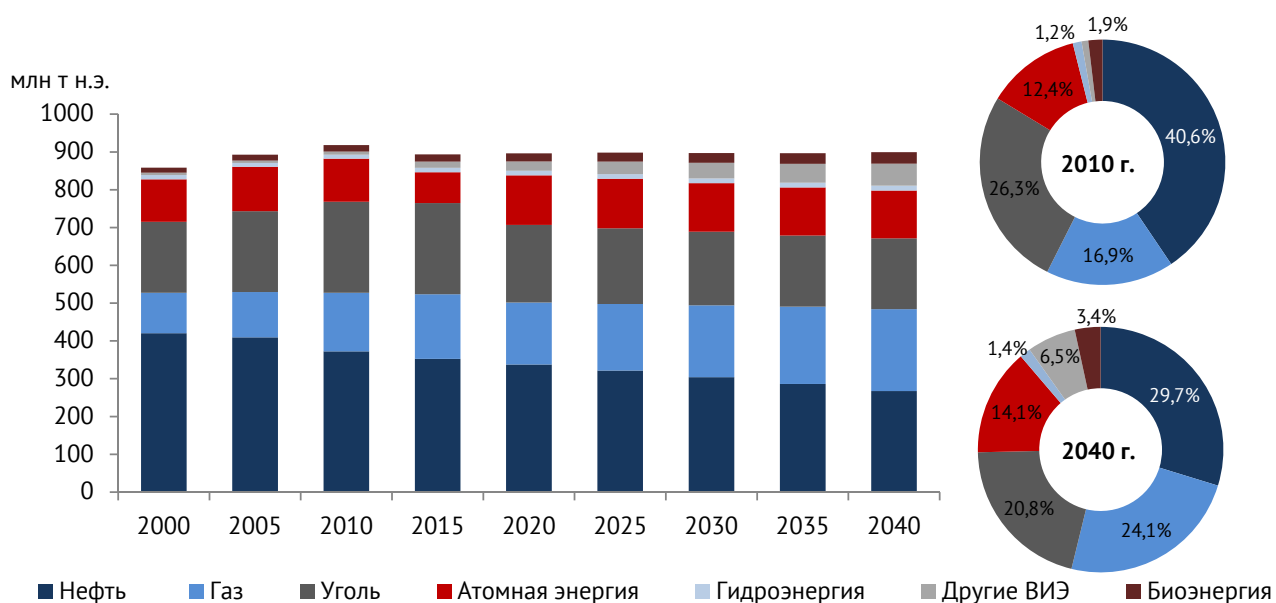


Рисунок П10 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в странах развивающейся Азии

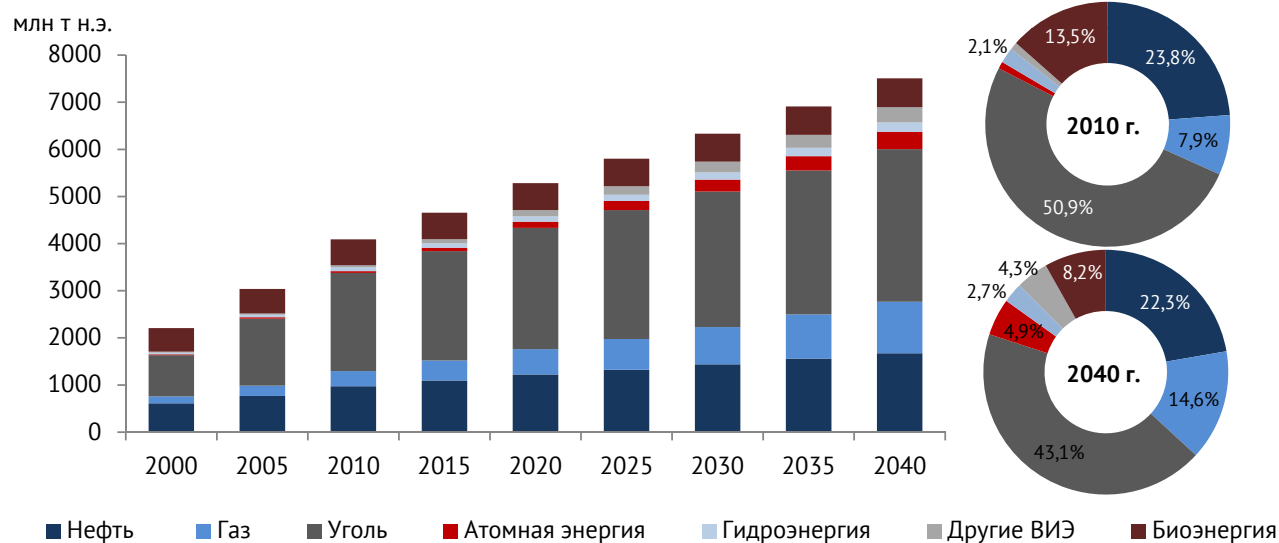


Рисунок П11 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в странах Ближнего Востока

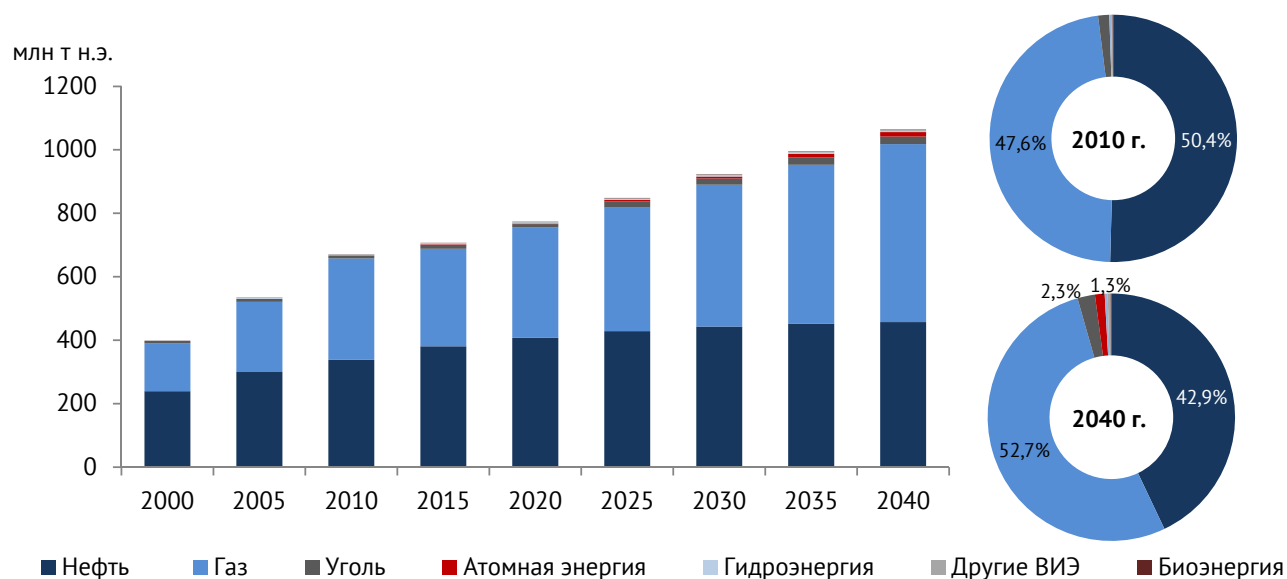
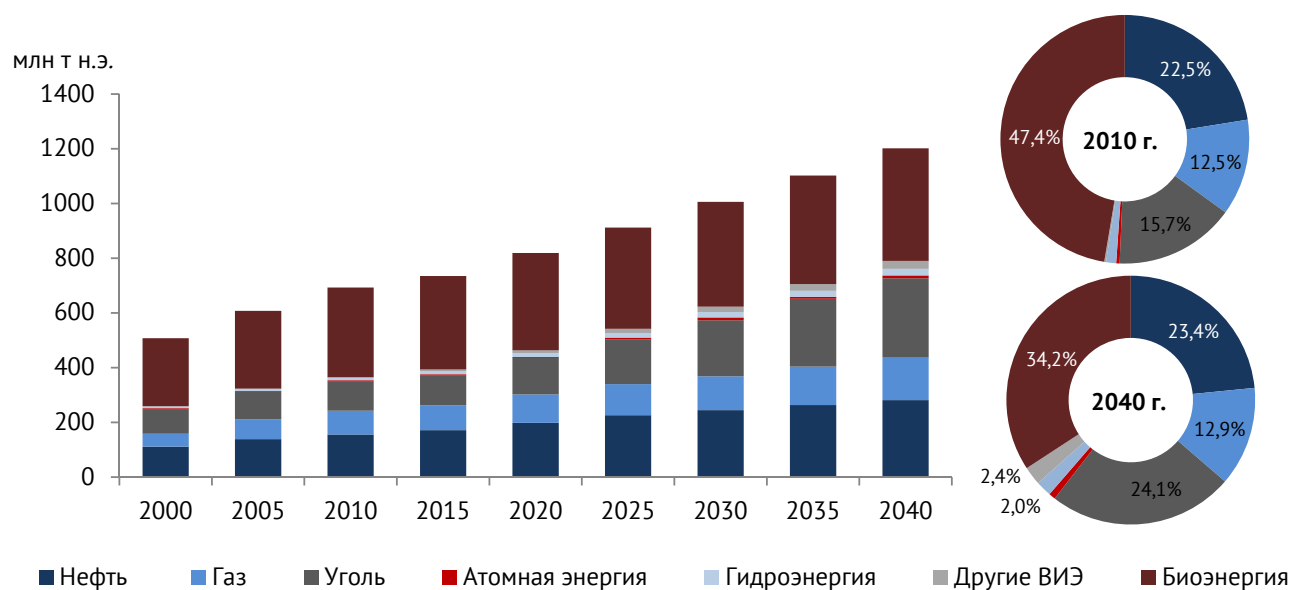
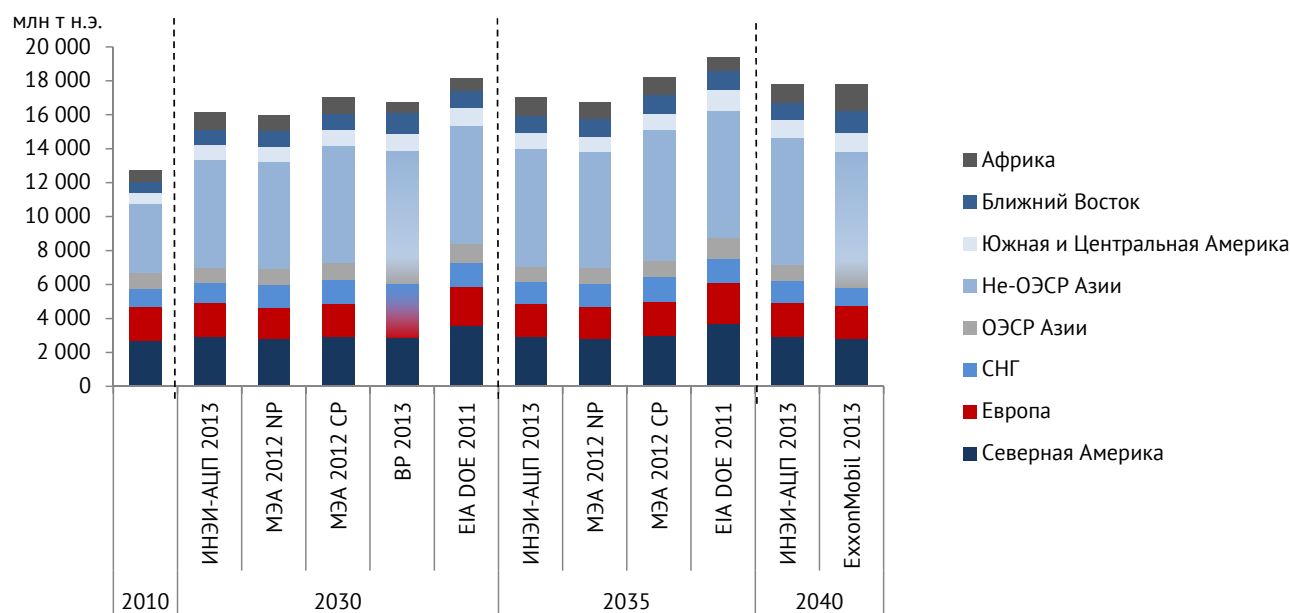


Рисунок П12 – Динамика потребления и структура потребления первичной энергии в Африке



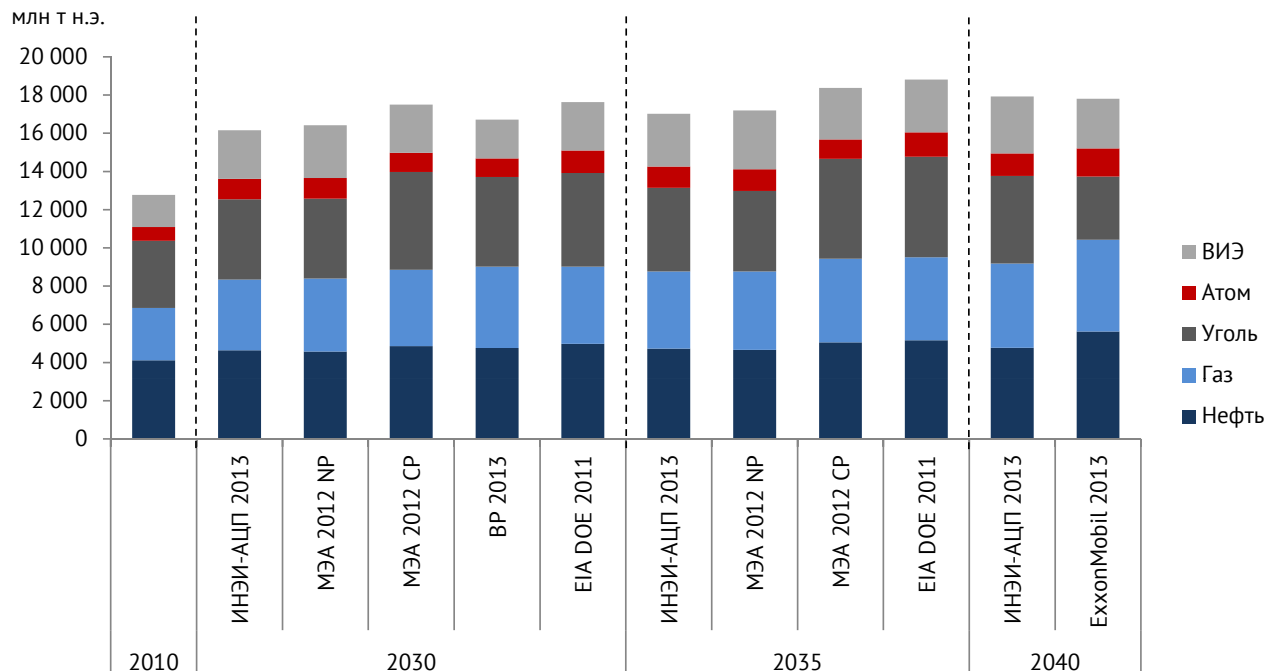
Приложение 3. Сравнение с другими прогнозами

Рисунок П13 – Сравнение с другими прогнозами первичного энергопотребления в 2030, 2035 и 2040 гг. по регионам



Источник: ИНЭИ РАН

Рисунок П14 – Сравнение с другими прогнозами потребления энергии по видам топлива на 2030, 2035 и 2040 гг.



Список литературы

- [1] – Макаров А.А., Веселов Ф.В., Елисеева О.А., Кулагин В.А., Малахов В.А., Митрова Т. А., Филиппов С.П. Scanner – модельно-информационный комплекс // ИНЭИ РАН 2011, с. 14-25
- [2] – Grushevenko E., Grushevenko D. Unconventional Oil Potential Tends to Change the World Oil Market. CSCCanada Energy Science and Technology. 2012. Vol.4, №1. P. 68-74
- [3] – Горячева А.О., Грушевенко Е.В., Грушевенко Д.А. – Оценка влияния потенциальных шоков на мировой нефтяной рынок с использованием модели прогнозирования мирового рынка нефти // Нефть газ и бизнес №6, 2013 (в печати)
- [4] – Макаров А. А., Митрова Т. А., Кулагин В. А. Долгосрочный прогноз развития энергетики мира и России. // Экономический журнал ВШЭ, № 2, 2012 г.
- [5] – World Population Prospects, the 2010 Revision, UN Population Division
- [6] – Макаров А. А. Мировая энергетика и Евразийское энергетическое пространство. Энергоатомиздат, Москва, 1998.
- [7] – Макаров А. А.. Энергетика: взаимосвязи и закономерности. Энергия: экономика, техника, экология, № 5, 1986.
- [8] – F. Schlachter, J. Scofield, J. Dawson Energy Future: Think Efficiency // American Physical Society, 2008, September, p. 44-45
- [9] – Грушевенко Е.В., Грушевенко Д.А. Нетрадиционная нефть: перспективы и развитие. ТЭК. Стратегии развития. 2012, №1,с. 58-63
- [10] – Sieminski A. Outlook for shale gas and tight oil development in the U.S. FLAME Natural Gas & LNG Conference. Amsterdam. March 13, 2013.
- [11] – International Energy agency World Energy Outlook 2012, Paris, 2012 // ISBN: 978-92-64-18084-0 p. 41
- [12] – U.S. Energy Information Administration International Energy Outlook 2011 // Washington, DC, 2011
- [13] – Leaver T. DME and the Role of Oil Price Benchmarks. Presentation at the DIFC Oil / Trade and Finance Conference. Dubai. March 28, 2011.
- [14] – Грушевенко Е. В. Разработка формулы ценового индикатора для моторных топлив на стадии перехода от контрактного к биржевому рынку с учетом критериев качества нефтепродукта. Нефть, газ и бизнес. 2012. №7, с.16-20
- [15] – С. Мельникова, А. Горячева Американский уголь почти засыпал «зеленую энергетику» Европы. Экологический вестник России 2013 №04, с.18
- [16] – World Survey of Energy Technologies, Bloomberg New Energy Finance 2012.
- [17] – Makarov A., Makarov A. Laws of Power Industry Development: Elusory Essence. Thermal Engineering, Vol. 57, No 13, 2010.
- [18] – Makarov A. A. Quality of Energy: Way to the Global Problems. CEES, Princenton University, Proceedings of Summer School, 1990.

- [19] – Под редакцией: Макаров А. А., Митрова Т. А., Кулагин В. А. Авторы: Мельникова С. И., Сорокин С., Горячева А., Галкина А. А. «Первые 5 лет «сланцевой революции» – что мы теперь знаем наверняка?» ISBN: 978-5-91438-011-0. Центр изучения мировых энергетических рынков ИНЭИ РАН, ноябрь, 2012
- [20] – Под редакцией: Макаров А. А., Митрова Т. А., Кулагин В. А. Авторы: Грушевенко Д.А., Грушевенко Е.В. Нефть сланцевых плеев – новый вызов энергетическому рынку? // Информационно-аналитический обзор. М.; ИНЭИ РАН, 2012.
- [21] – IGU UN ECE NGV June 2012 IGU Working Committee 5 – Utilisation Of Gas Study Group 5.3.

Институт энергетических исследований Российской Академии Наук (ИНЭИ РАН) – ведущий российский независимый научно-исследовательский центр в области комплексных исследований энергетики.

Институт был создан в 1985 г. для выполнения фундаментальных исследований в рамках разработки и реализации энергетической политики страны. Институт сочетает в себе преимущества академической науки – глубокую проработку задач и строгий методологический аппарат – с динамизмом и клиенто-ориентированным подходом.

За более чем 25 лет работы Институт наработал обширный практический опыт, развил мощный математический инструментарий и накопил уникальные массивы данных по энергетике мира, стран СНГ, России и ее регионов.

Основная научная задача Института – развитие теории и методологии системных исследований и прогнозирования развития энергетики. Главные объекты прикладных исследований – топливно-энергетический комплекс мира, страны и регионов, Единая система газоснабжения и Единая электроэнергетическая система страны (включая ядерную энергетику), нефтяная и угольная отрасли, научно-технический прогресс в энергетике России, энергетика стран СНГ.

Аналитический Центр при Правительстве РФ – многофункциональное экспертно-аналитическое учреждение, осуществляющее деятельность в сфере оперативной аналитики и перспективных научных исследований, организующее тренинговые мероприятия по программно-целевому управлению.

Центр был создан в соответствии с постановлением Правительства РФ от 20 декабря 2005 г. Целью его деятельности является предоставление надежной и своевременной информации, обеспечивающей заблаговременное предупреждение Правительства Российской Федерации о существенных обстоятельствах, способствующих или препятствующих достижению окончательных результатов, определенных в качестве основного направления в разрабатываемых и реализуемых государственных программах и проектах по социально-экономическому развитию.

Задачи Аналитического центра – повышение качества данных, используемых в целях анализа и прогноза социально-экономических явлений и процессов, управления государственными проектами и программами, а также расширение и углубление кооперации с экспертно-аналитическими центрами, группами и отдельными специалистами в интересах развития базы внешней экспертизы. Особое внимание уделяется сотрудничеству с регионами России, международными организациями и научно-исследовательскими центрами по распространению лучшей практики оперативного и стратегического мониторинга социально-экономического развития.

Авторские права и предупреждение об ограниченной ответственности

Авторские права на все материалы, опубликованные в данном прогнозе, за исключением особо оговоренных случаев, принадлежат ИНЭИ РАН и АЦ. Незаконное копирование и распространение информации, защищенной авторским правом, преследуется по Закону. Все материалы, представленные в настоящем документе, носят исключительно информационный характер и являются исключительно частным суждением авторов и не могут рассматриваться как предложение или рекомендация к совершению каких-либо действий. ИНЭИ РАН и АЦ не несут ответственности за любые потери, убытки либо другие неблагоприятные последствия, произошедшие в результате использования информации, содержащейся в настоящей публикации, за прямой или косвенный ущерб, наступивший вследствие использования данной информации, а также за достоверность информации, полученной из внешних источников. Любое использование материалов публикации допускается только при оформлении надлежащей ссылки на данную публикацию.

© ИНЭИ РАН, АЦ 2013. Все права защищены.

ISBN 978-5-91438-012-7

