

РАЗДЕЛ 7. ИНЕРЦИОННЫЙ СЦЕНАРИЙ

Инерционный сценарий предполагает нарастающий внутренний кризис индустриальной фазы в сочетании с кризисом взаимоотношений с окружающей средой. Это приведет к глубокой дестабилизации мировой энергетики.

7.1. Динамика мировой энергетики

Динамика конечного потребления энергии

Рост населения с 6684 млн в 2010 г. до 8213 млн в 2030 г. и 9149 млн в 2050 г. будет практически полностью сосредоточен в развивающихся странах. Снижение средней численности домохозяйств в рамках демографического перехода, рост уровня доходов и жилой площади вызовут быстрый рост потребления энергии в расчете на домохозяйство и в абсолютном выражении.

Мировой ВВП вырастет с 70,3 трлн долл. в 2010 г. до 139,0 трлн долл. в 2030 г. и 218,1 трлн долл. в 2050 г. (в ценах 2010 г.). Темпы роста составят до 2030 г. 3,5% (2,2% – развитые страны, 4,4% – развивающиеся страны), а в 2030-2050 гг. – 2,3% (1,6% – развитые страны, 2,6% – развивающиеся страны). Рост будет происходить преимущественно за счет развивающихся стран, доля которых в приросте ВВП составит до 2030 г. 60%, а до 2050 г. – 65%.

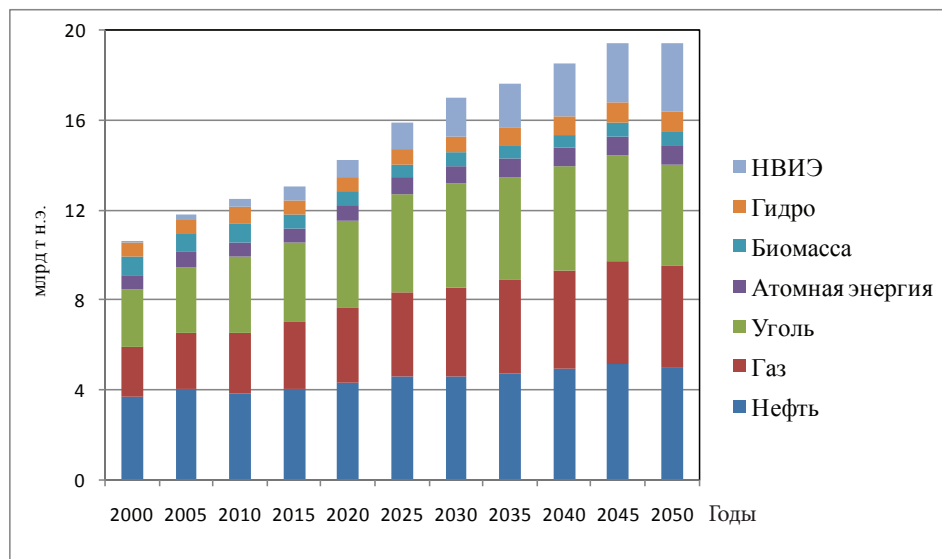
Энергоемкость ВВП будет снижаться до 2030 г. на 2,0% в год в развивающихся странах и 1,1% в год в развитых странах (в 2030-2050 г. – 1,3% и 1,0% соответственно). В развивающихся странах основная часть прироста энергоэффективности происходит за счет структурных сдвигов в экономике. В большинстве отраслей промышленности и сферы услуг повышение энергоэффективности в развитых странах будет происходить за счет оптимизации уже существующих технологий, а в развитых – за счет трансфера современных технологий из развитых стран. Не произойдет появления принципиально нового технологического уклада и резкого повышения энергоэффективности.

Мировой автопарк возрастет к 2030 г. до 1550 млн (2010 г. – 825 млн), а к 2050 г. – до 2400 млн; 90% прироста придется на развивающиеся страны, где автопарк увеличится с 280 млн в 2010 г. до 916 млн в 2030 г. и 1660 млн в 2050 году.

Уровень автомобилизации в развивающихся странах достигнет 136 автомобилей на 1000 жителей к 2030 г. и 213 автомобилей на 1000 жителей к 2050 г. (2010 г. – 52 автомобиля). Особенно значимым будет рост автопарка в Китае с 53 млн в 2010 г. до 250 млн в 2030 г. и 400 млн в 2050 г., и в Индии с 20 млн в 2010 г. до 75 млн в 2030 г. и 260 млн в 2050 году.

Структура мирового топливно-энергетического баланса

К 2030 г. потребление первичной энергии в инерционном сценарии возрастет по сравнению с уровнем 2010 г. в 1,36 раза, а к 2050 г. – в 1,53 раза. На фоне значительного количественного роста произойдут значимые структурные изменения в мировом топливно-энергетическом балансе. Производство первичных энергетических ресурсов за 2000-е гг. и прогноз в рамках инерционного сценария показаны на рис. 7.1.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.1. Производство первичных энергетических ресурсов в инерционном сценарии

До 2050 г. доля нефтяной отрасли в мировом ТЭБ будет медленно сокращаться (с 30,6 до 25,8%) при росте абсолютных объемов производства (с 3821 до 5018 млн т н.э. – на 31,3%). Темпы роста добычи и потребления газа будут существенно выше, чем нефти: к 2050 г. его потребление вырастет на 68%. Доля природного газа в мировом ТЭБ будет практически посто-

янной (23%). Угольная энергетика в 2010-2050 гг. вырастет в 1,31 раза. Доля угля снизится с 27,3 до 23,0%. При этом практически весь прирост отрасли произойдет до 2030 г., когда ее доля будет постоянной, после чего доля начнет падать на фоне стагнации абсолютных показателей.

В инерционном сценарии в 2010-2030 гг. атомная энергетика вырастет в 1,35 раза, но без качественных изменений в структуре отрасли, поскольку замкнутый ядерный топливный цикл и реакторы на быстрых нейтронах не будут массово внедрены. Доля атомной энергии в ТЭБ снизится с 4,9 до 4,2%.

В 2010-2030 гг. ключевую роль в эволюции мирового ТЭБ сыграет энергетическая политика Китая и в меньшей степени Индии. Рост атомной энергетики в значительной степени связан с принятием в Китае национальной программы развития атомной энергетики, который предполагает введение 50 ГВт атомных мощностей до 2030 года. Возможность ограничения роста угольной энергетики также зависит от темпов и направления развития ТЭК Китая.

Доля ВИЭ в мировом энергетическом балансе в инерционном сценарии резко вырастет, но не станет доминирующей. В 2050 г. доля ВИЭ в мировом ТЭБ, не включая большую гидроэнергетику, составит 10,2% по сравнению с 3,1% в 2010 г. (2050 г. – 15,7%). Рост доли ВИЭ до 2015 г. будет происходить главным образом за счет ГЭС и береговых ВЭУ. В 2015-2030 гг. к лидерам роста добавятся биомасса и морские ВЭУ. Выработка солнечной энергии будет интенсивно увеличиваться, однако ее доля в приросте выработки электроэнергии от возобновляемых источников будет невелика.

Доля гидроэнергетики снизится с 5,9 до 4,9%, доля биомассы – с 6,8 до 3,1%. Произойдет сдвиг от использования традиционных видов биомассы (дрова, солома и др.) к новым видам (биотопливо, отходы).

Технологический портрет мировой энергетики

В 2010-2050 гг. технологическое развитие энергетики будет инерционным. Несмотря на прогресс всех существующих технологий (повышение КПД, снижение потерь, рост возможных диапазонов применения), качественных изменений в энергетике не произойдет, а именно:

- Не будут созданы эффективные и мощные аккумуляторы для электромобилей, что предопределяет продолжение доминирования нефтепродуктов на транспорте.
- Не будут доведены до массового использования технологии «активного дома», внедрены только элементы технологии «пассивного дома».
- В структуре электроэнергетических систем не произойдет качественных изменений. Будут внедрены только отдельные элементы «умных» сетей, не будут созданы эффективные технологии управления конечным потреблением энергии, технологии накопления электроэнергии в энергосистеме, технологии передачи электроэнергии на большие расстояния.

- Издержки возобновляемой энергетики будут снижаться сравнительно медленно, что предопределяет низкие темпы их внедрения.

- В атомной энергетике не получают распространения реакторы на быстрых нейтронах и не будет создан замкнутый ядерный топливный цикл.

Не получают значимого развития энергосервисные компании, роль и объем рынка которых по сравнению с 2010 г. будет увеличиваться хотя и опережающими по отношению к энергетическому рынку в целом темпами, но все же весьма медленно. К 2020 г. объем рынка в США вырастет до 20 млрд долл., а к 2030 г. – до 50 млрд долл. (2010 г. – 5 млрд долл.), а в ЕС – до 20 млрд долл., а к 2030 г. – до 50 млрд долл. (2010 г. – 4 млрд долл.). Такой объем рынка не позволит энергосервисным компаниям оказать существенное влияние на динамику и характер конечного потребления, а также на модели ценообразования на энергетическом рынке. Роль этих компаний сведется к оптимизации затрат отдельных потребителей энергии. В развивающихся странах этот сегмент фактически не получит развития.

В инерционном сценарии структура мирового конечного потребления энергии не претерпит радикальных изменений, выходящих за рамки современных трендов. В развивающихся странах потребление постепенно приближается к современному уровню развитых стран (за счет перехода к современным источникам энергии, роста уровня жизни и бытового энергопотребления, сдвига к более квалифицированным видам энергии).

Как следствие, в инерционном сценарии в развитых странах будут возникать отдельные элементы новой структуры конечного потребления без глубоких изменений, характерных для других сценариев. Не формируется значимый сектор особо квалифицированного потребления энергии, который мог бы сформировать принципиально новый запрос по отношению к энергетике. Консервация сложившейся фазы развития социума и экономики приводит к тому, что новые особенности спроса проявляются медленно, в незначительных масштабах и не оказывают существенного воздействия на мировую энергетику.

В инерционном сценарии продолжается медленное удешевление технологий топливной энергетики в силу инерционного технологического развития. В атомной энергетике капитальные затраты также незначительно снижаются благодаря переходу к стандартизованным реакторам 3-го поколения. В возобновляемой энергетике продолжается снижение издержек более быстрыми темпами, чем в топливной энергетике, но существенно меньшими, чем в других сценариях. Темпы удешевления солнечной энергетики падают из-за достижения пределов эффективности существующих технологий, проблем при внедрении новых, а также проблем при производстве кремния (отрицательный эффект масштаба: рост издержек при росте отрасли из-за столкновения с ограничениями). В результате к 2030-2050 гг.

конкурентоспособность возобновляемой энергетики остается ограниченной. Отрасль во многих случаях требует государственной поддержки.

7.2. Электроэнергетика

Динамика электроэнергетики в 2010-2050 гг. в инерционном сценарии будет определяться тремя процессами: 1) сдвигом электроэнергетики в развивающиеся страны, 2) опережающим количественным ростом мировой энергетики, 3) медленными качественными изменениями электроэнергетики.

Сдвиг электроэнергетики в развивающиеся страны

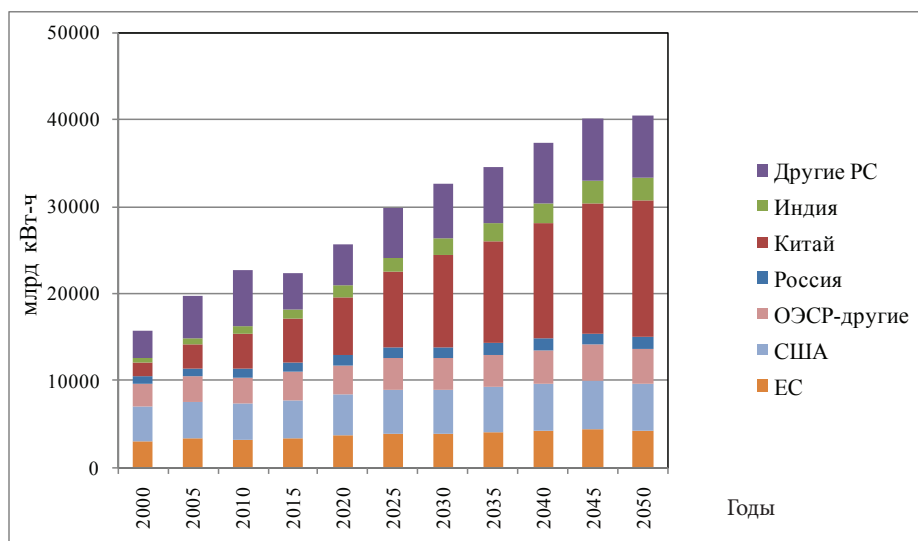
К 2030 г. мировое потребление электроэнергии достигает 33,4 трлн кВт•ч, а в 2050 г. – 41,3 трлн кВт•ч по сравнению с 20 трлн кВт•ч в 2010 г. (рис. 7.2). Доля электроэнергии в конечном энергопотреблении в инерционном сценарии вырастет в мире с 21,7% в 2010 г. до 25,5% в 2030 г. (2050 г. – 26,2%). В развитых странах этот показатель будет стабилен на уровне 26-27%, а в развивающихся увеличится с 18,8% в 2010 г. до 25,6% в 2030 г. (2050 г. – 28,7%).

Опережающий рост потребления электроэнергии в развивающихся странах приведет к росту их доли в мировом потреблении электроэнергии с 44% в 2010 г. до 56% в 2030 г. и до 61% в 2050 году. Особенно значимым будет рост доли Китая с 22,1% в 2010 г. до 34,5% в 2030 г. и 37,1% в 2050 году.

К 2030 г. душевое потребление электроэнергии в развивающихся странах достигнет 2790 кВт•ч, или 27,1% от уровня развитых стран, а к 2050 г. – 3330 кВт•ч. К 2050 г. развивающиеся страны не достигают современного стандарта энергопотребления (5000 кВт•ч на человека в год).

Производство электроэнергии на угольных электростанциях к 2030 г. вырастет в 2,05 раза и составит 35,6% общего производства электроэнергии, на газовых электростанциях – в 1,92 раза до 23,7%, ВИЭ – в 5,54 раза до 16,0%. Максимальные темпы покажут ВИЭ, угольная и газовая генерация, а минимальные – мазутная.

В развивающихся странах сохраняется масштабная энергетическая бедность: до 1,5 млрд человек к 2030 г. не имеют доступа к электроэнергии, до 2 млрд вынуждены готовить пищу с использованием традиционных видов биомассы. К 2050 г. эти цифры сократятся на 30%, поскольку энергетический рост будет частично компенсирован приростом населения.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.2. Потребление электроэнергии в 2000-2050 гг.

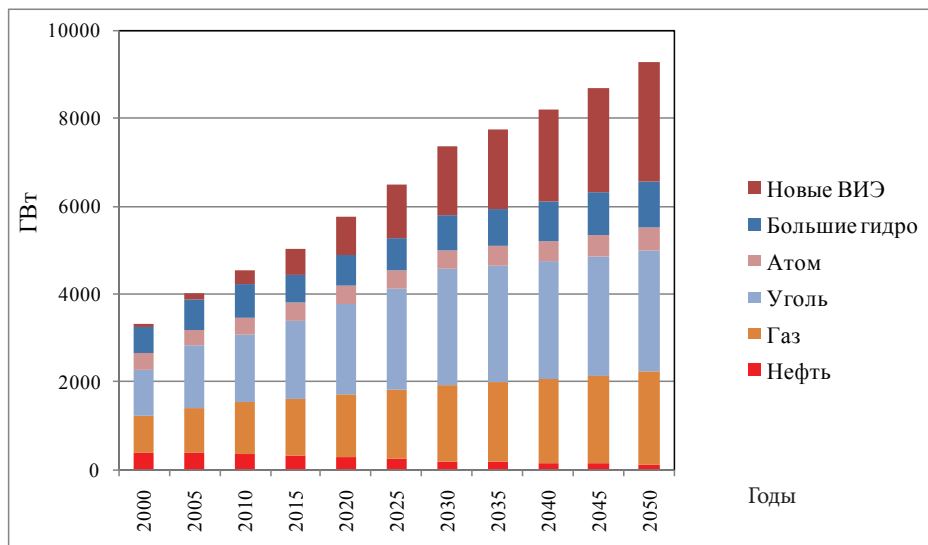
Опережающий рост мировой электроэнергетики

Опережающий рост мировой электроэнергетики по отношению к другим отраслям энергетики потребует резкого роста генерирующих и сетевых мощностей, а также радикального увеличения инвестиций. При этом большая часть прироста потребления, мощностей и инвестиций будет сосредоточена в развивающихся странах, особенно в Китае и Индии.

В инерционном сценарии мировые генерирующие мощности достигнут 7364 ГВт в 2030 г. и 9288 ГВт в 2050 г. по сравнению с 4570 ГВт 2010 г. (рис. 7.3). В структуре прироста мощностей будут доминировать угольные энергоблоки (1088 ГВт в 2010-2030 гг. и 358 ГВт в 2030-2050 гг.) и ВИЭ (1231 ГВт и 1178 ГВт в 2010-2030 гг. и 2030-2050 гг. соответственно). При этом прирост выработки на угольных энергоблоках будет существенно больше из-за большего КИУМ.

До 90% прироста мощностей будет сосредоточено в развивающихся странах, в первую очередь в Индии (20%) и Китае (60%). Именно за счет этих двух стран будет обеспечена основная часть прироста мощностей угольной энергетики. В развитых странах прирост мощностей будет минимальным; ввод новых мощностей будет направлен на оптимизацию их структуры и

замещение выбывающих мощностей (частичную смену угольной и атомной генерации на ВИЭ).



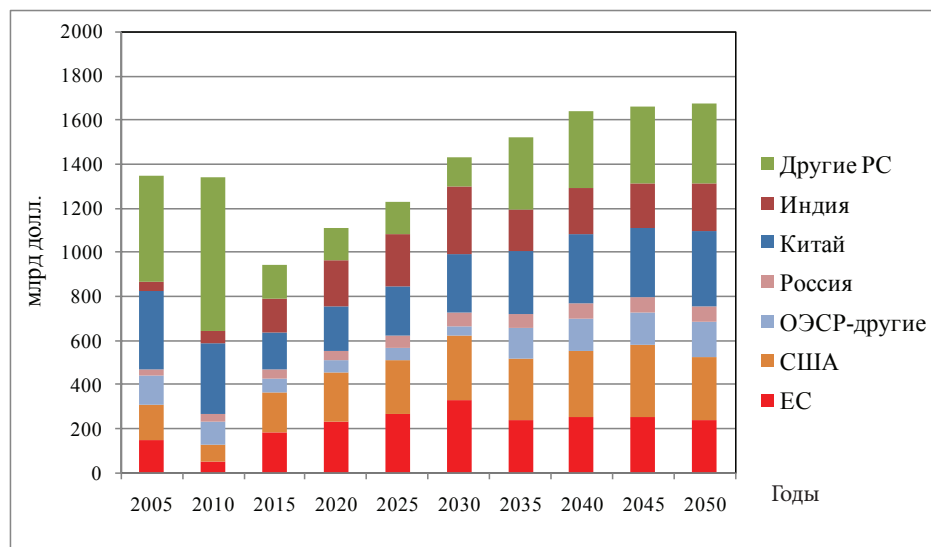
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.3. Генерирующие мощности электроэнергетики в 2000 -2050 гг.

Для создания указанных генерирующих мощностей потребуются инвестиции в объеме до 9500 млрд долл. за 2010-2030 гг. и 6300 млрд за 2030-2050 гг. (в ценах в 2010 г.), что соответствует уровню в 465 и 315 млрд долл. в год соответственно (рис. 7.4). При этом в сетевое хозяйство необходимо будет вложить до 40% от указанной суммы. Для сравнения отметим, что в 2000-е гг. уровень инвестиций составлял 270 млрд долл. в год.

До 60% инвестиций будет сосредоточено в развивающихся странах, в первую очередь в Индии (15%) и Китае (55%), но даже такой уровень инвестиций не позволит этим странам довести свое энергетическое хозяйство до современного уровня развитых стран даже к 2050 году.

В инерционном сценарии высокий уровень инвестиций обусловлен высоким уровнем потребления электроэнергии. Вследствие инерционного характера технологического развития пропорции себестоимости и капитальных затрат для различных видов генерации не претерпят существенных изменений. Сокращение издержек в возобновляемой энергетике будет сравнительно медленным, а в топливной и атомной энергетике они практически не изменятся. Как следствие, экономические ограничения будут сдерживать развитие как возобновляемой, так и атомной энергетике.



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.4. Инвестиции в развитие мировой электроэнергетики в 2005-2050 гг.

Технологические изменения в электроэнергетике

В инерционном сценарии качественные характеристики электроэнергетических систем будут меняться медленно в силу медленных изменений структуры конечного спроса и инерционного характера технологического развития.

В инерционном сценарии будут реализованы только отдельные элементы «умных» сетей, относящиеся к управлению сетевыми и генерирующими мощностями. Технологии управления конечным потреблением электроэнергии не будут массово использоваться; уровень управляемости электроэнергетических систем возрастет незначительно. Профиль нагрузки на электроэнергетические системы останется весьма неравномерным (минимальная нагрузка составляет около 60-70% от пиковой), что повышает потребности в генерирующих мощностях и снижает эффективность их использования, увеличивает риск аварий в энергосистемах.

Уровень потерь при транспортировке электроэнергии незначительно снижается по сравнению с современным уровнем, что делает передачу электроэнергии по ЛЭП с напряжением 500 кВ эффективной на расстоянии

не более 1000-1500 км. ЛЭП более высокого напряжения остаются единичными объектами. Как следствие, рост расстояния передачи электроэнергии будет достаточен только для оптимизации существующих электроэнергетических систем (Европа, Россия, США, Китай), но не для существенной перестройки мировой электроэнергетики.

Интеграции электроэнергетических систем крупных регионов мира не произойдет. Международная торговля электроэнергией будет сосредоточена в Европе, а также на отдельных двусторонних связях (США – Канада, Россия и сопредельные страны, Китай и сопредельные страны). К 2030 г. объем торговли может вырасти до 1200 млрд кВт•ч, преимущественно за счет Китая, а к 2050 г. – 1800 млрд кВт•ч (в 2010 г. – около 500 млрд кВт•ч).

Риски аварий в энергосистемах будут возрастать: в развитых странах – из-за изнашивания генерирующего и сетевого оборудования и человеческого фактора, в развивающихся странах – из-за быстрого количественного роста электроэнергетики при недостаточном прогрессе систем безопасности и управления.

Корпоративная и рыночная структура электроэнергетики

Корпоративная и рыночная структура энергетики в 2010-2050 гг. в инерционном сценарии не претерпит радикальных изменений по сравнению с современным уровнем.

На либерализованных рынках электроэнергии и мощности будет сохраняться сложная корпоративная структура с участием генерирующих, сетевых, сбытовых компаний, а также операторов энергосистемы и торговой системы, как это в настоящее время имеет место в Европейском союзе, России и частично в США. На либерализованных рынках будут усложняться используемые торговые и финансовые инструменты. Возрастет роль финансовых факторов и уровень виртуальности торговли. На нелиберализованных рынках продолжат существовать локальные монопольные компании, занимающиеся полным производственным циклом от генерации электроэнергии до поставки ее потребителям.

Доля либерализованных рынков будет возрастать по мере реформирования электроэнергетики в крупнейших развивающихся странах, когда уровень развития национальной энергосистемы позволяет создать эффективный рынок электроэнергии. В этой связи будет сокращаться доля крупнейших единых энергетических компаний (реформы в Китае, Индии и пр.).

Указанные тенденции будут продолжаться до 2030 года. В последующий период в условиях частичной дезинтеграции мировой энергетики и роста нестабильности возможно частичное возвращение от либерализованных рынков к прямому государственному регулированию с соответствующим упрощением корпоративной структуры.

Политические и регулятивные факторы в электроэнергетике

Основными направлениями государственного регулирования электроэнергетики будут: 1) технологическое регулирование, 2) регулирование энергетических рынков.

Технологическое регулирование в инерционном сценарии будет сравнительно слабым в связи со сравнительно низкими темпами технологического прогресса. Основными мероприятиями технологического регулирования станут введение стандартов работы энергосистем в развитых странах с элементами технологии «умных» сетей, принятие стандартов качества используемого топлива и КПД установок. Климатическая политика в этом сценарии будет выражена сравнительно слабо и выразится только во введении мягких ограничений на выбросы в развитых странах.

Регулирование энергетических рынков будет наиболее сложным в развитых странах со сложными системами биржевой торговли. Оно будет усложняться по мере усложнения инструментов торговли. После 2030 г. возможно существенное ужесточение правил регулирования для стабилизации энергетических рынков и введение элементов прямого регулирования. В развивающихся странах правительства будут постепенно отказываться от прямого регулирования цен и объемов поставок электроэнергии. В 2010-2030 гг. вероятно реформирование электроэнергетики в некоторых развивающихся странах с созданием электроэнергетических рынков и соответствующих институтов регулирования. После 2030 г. в развивающихся странах будет сильно выражено усиление участия государства в управлении электроэнергетикой.

Резюме

Электроэнергетика в инерционном сценарии будет быстро расти в количественном отношении, но при этом сравнительно медленно меняться в качественном отношении. Сдвиг потребления электроэнергии в развивающиеся страны не будет сопровождаться созданием электроэнергетических систем нового поколения, что вызовет тенденцию к стагнации отрасли после 2030 г. и разворот тенденций к развитию электроэнергетических рынков.

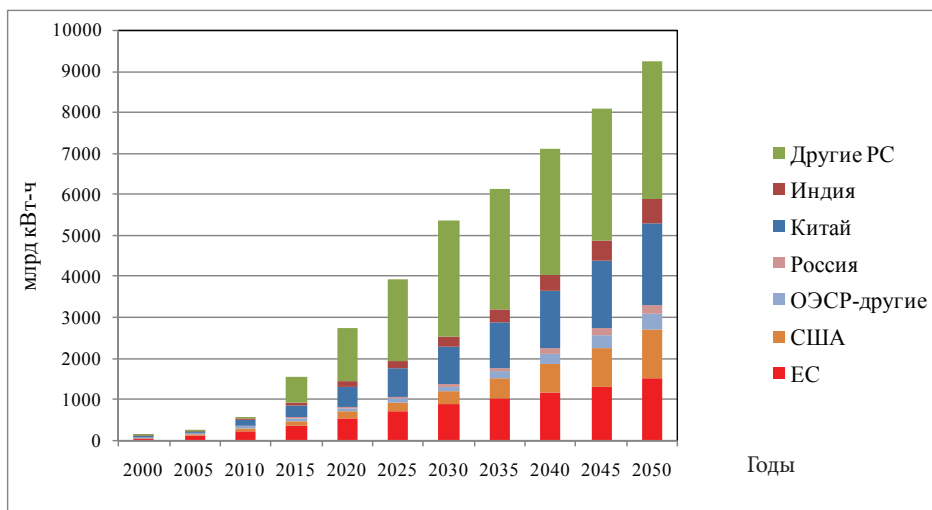
7.3. Возобновляемые источники энергии

Инерционный сценарий отличается неблагоприятными условиями для развития возобновляемой энергетики. Тем не менее благодаря накопленному технологическому потенциалу возобновляемая энергетика пока-

зывает максимальные темпы роста по сравнению с другими источниками энергии.

Производство первичной энергии ВИЭ

Как указывалось выше, производство первичной энергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 5 раз и достигнет 1040 млн т н.э., а к 2050 г. – 1835 млн т н.э. (рис. 7.5). Данные приведены без учета биомассы, которая составит до 600 млн т н.э., а также не включая большую гидроэнергетику, которая составит 775 млн т н.э. в 2030 г. и 825 млн т н.э. в 2050 году. При этом в структуре потребления биомассы произойдет сдвиг от традиционных видов (солома, дрова и пр.) к современным способам потребления биомассы (в электро- и теплоэнергетике).



Источник: расчеты ИЭС.

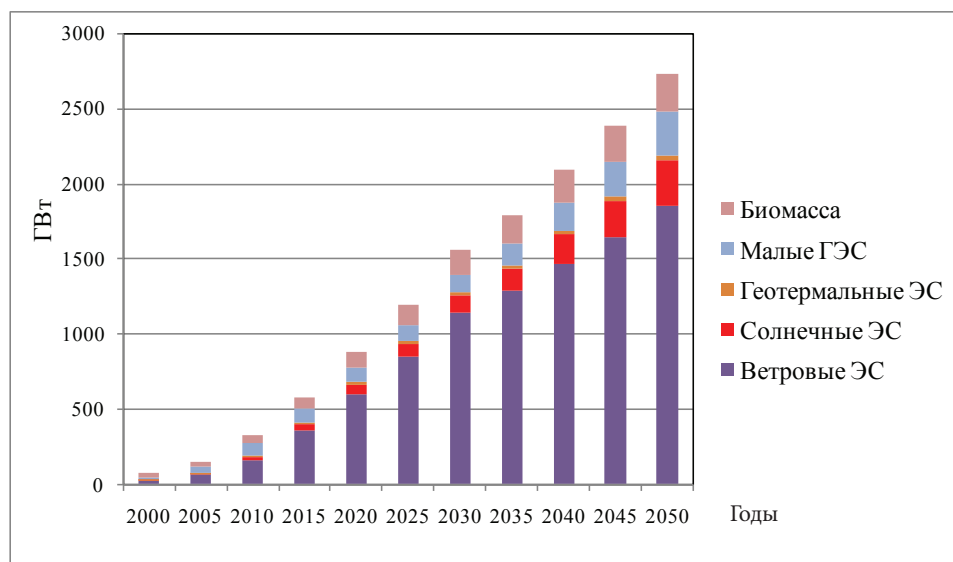
Рис. 7.5. Динамика выработки электроэнергии ВИЭ в 2000-2050 гг.

Роль ВИЭ будет максимальной в производстве электроэнергии и в развитых странах. Производство электроэнергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 8 раз и достигнет 4790 млрд кВт•ч, а к 2050 г. – 8450 млрд кВт•ч. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире возрастет с 2,9% в 2010 г. до 14,2% в 2030 г. и 20,1% в 2050 г. (без учета большой гидроэнергетики и биомассы). Доля гидроэнергетики составит дополнительно 10% в 2030 г. и 9% в 2050 г., а доля биомассы – 2 и 3% соответственно.

В структуре возобновляемой электроэнергетики в 2030 и в 2050 г., как и в настоящее время, будет доминировать ветровая энергетика (ее доля возрастет с 50 до 75%), поскольку другие виды ВИЭ будут ориентированы на производство тепловой энергии (биомасса) либо получат столь масштабного применения. В развитых странах возобновляемая энергетика составит до 21% производства электроэнергии к 2030 г. и 31% – к 2050 г. (в ЕС – до 38% к 2030 г. и 50% в 2050 г.). В развивающихся странах ее доля составит не более 19% к 2050 году. В Китае доля возобновляемой энергетика составит 14% в 2030 г. и 17% в 2050 г., в Индии – 15% в 2030 г. и 22% в 2050 году.

Технологическая структура ВИЭ

В инерционном сценарии к 2030 г. мощности ВИЭ вырастут в 4,1 раза (включая биомассу) и достигнут 1561 ГВт, или 25% всех мощностей электроэнергетики, а к 2050 г. – 2736 ГВт, или 38% всех мощностей электроэнергетики (рис. 7.6). Доля возобновляемой энергетика в приросте генерирующих мощностей в развитых странах составит до около 70% (в 2006-2010 гг. – до 40%), а в мире в целом – до 40%.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.6. Динамика роста мощности возобновляемой электроэнергетики в 2000-2050 гг.

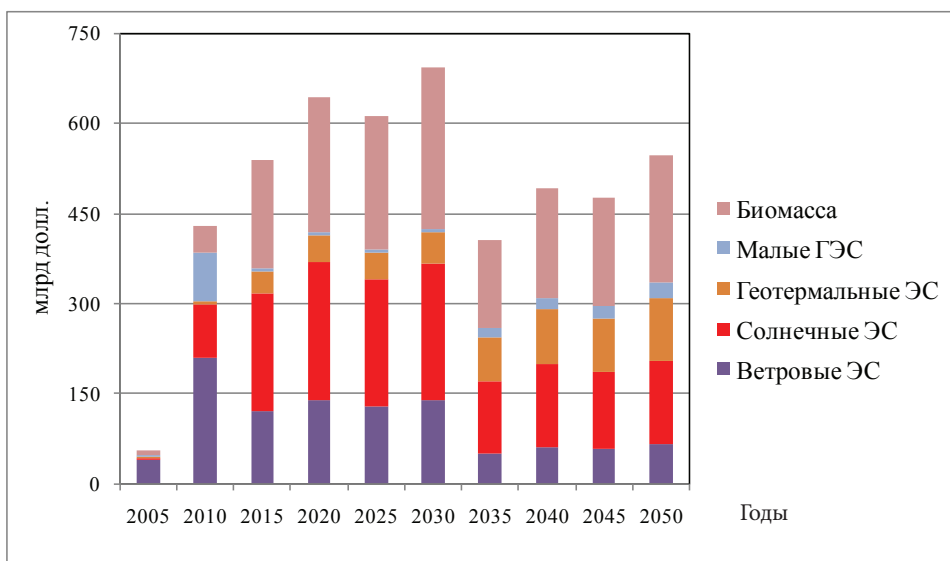
В структуре возобновляемой энергетика и в 2030 г., и в 2050 г. будет преобладать ветровая энергетика. Солнечная энергетика будет коммерчески

эффективна только для производства тепла, но не электроэнергии. Расширится ниша малой гидроэнергетики, геотермальной энергии и использования биомассы (последние два вида – как для производства тепла, так и для производства электроэнергии).

Как указывалось выше, вследствие инерционного характера технологического развития сокращение издержек в возобновляемой энергетике будет медленным. Конкурентоспособными будут только дешевые категории ветровой энергии и энергии биомассы; солнечная энергетика до 2050 г. не выйдет на вполне конкурентоспособный уровень и только после 2030 г. сможет стать нишевым продуктом в энергетике.

Инвестиции в ВИЭ

Тем не менее за счет быстрого роста уже вышедших на конкурентный уровень ветровой энергетики и использования биомассы, а также малой гидроэнергетики возобновляемая энергетика покажет максимальные темпы роста среди всех видов энергетики. Инвестиции в возобновляемую энергетику составят до 120 млрд долл. в год к 2020-2030 гг. при фактическом уровне в 105 млрд долл. в 2010 г. (рис. 7.7).



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.7. Инвестиции в возобновляемую энергетику в 2005-2050 гг.

Развитие ВИЭ и развитие энергетики

По мере роста возобновляемой энергетики произойдут консолидация отрасли и формирование крупных компаний в ветровой и солнечной энергетике с глобальным масштабом деятельности. Консолидация охватит преимущественно компании по производству оборудования, в то время как собственно эксплуатация установок ВИЭ будет осуществляться преимущественно электроэнергетическими компаниями или локальными потребителями. Возобновляемая энергетика будет интегрироваться в рынок электроэнергии, но не окажет радикального воздействия на его структуру и динамику.

Приоритетной целью государственной поддержки ВИЭ будет распространение экономически эффективных видов ВИЭ для обеспечения энергетической безопасности и снижения издержек на функционирование энергетики. Такая поддержка в этом сценарии будет ограниченной в силу приоритета экономических и политических проблем по сравнению с экологическими, а также напряженности государственных бюджетов. Усилия государств будут направлены на облегчение выхода на рынок экономически эффективных категорий возобновляемых энергоресурсов, причем преимущественно через косвенные меры поддержки (доступ к электроэнергетическим сетям, предоставление гарантий), а не прямые (гранты, субсидии, кредиты).

Резюме

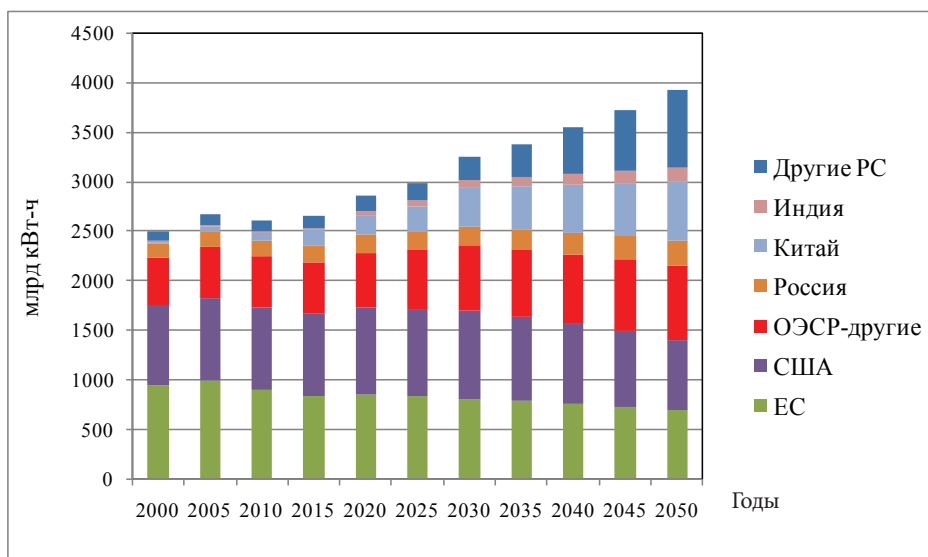
В инерционном сценарии возобновляемая энергетика будет играть ограниченную роль в мировой энергетике. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии и генерирующих мощностях будет недостаточна для того, чтобы вызвать радикальные изменения системы управления электроэнергетическими системами и перестройку их структуры. Доля ВИЭ будет также недостаточна для радикального повышения уровня самообеспечения развитых стран. При этом в развивающихся странах роль ВИЭ будет ниже, чем в развитых. ВИЭ останутся нишевым продуктом как в плане использования наиболее эффективных видов ветровых и биологических ресурсов, так и в плане удовлетворения нишевого спроса.

7.4. Атомная отрасль

Развитие атомной энергетики определяется уровнем спроса на энергию АЭС, обеспеченностью запасами урана, технологическим развитием и динамикой издержек, проблемами безопасности АЭС.

Динамика мировой атомной энергетики

В инерционном сценарии производство электроэнергии атомными электростанциями к 2030 г. увеличивается до 3345 млрд кВт•ч (9,9% всего производства электроэнергии) по сравнению с 2558 млрд кВт•ч в 2009 г. (13,4%), а к 2050 г. – 3925 млрд кВт•ч (9,7%) – рис. 7.8. Доля атомной энергетики снизится, несмотря на абсолютный рост отрасли.



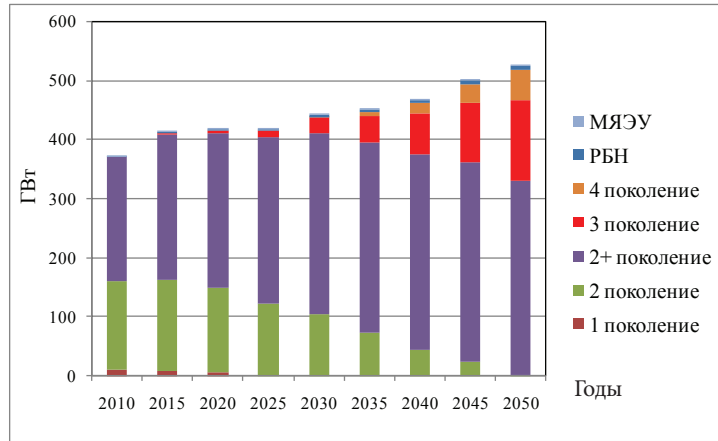
Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.8. Производство электроэнергии на АЭС в 2000-2050 гг.

Доля развивающихся стран в мировом производстве электроэнергии на АЭС даже в инерционном сценарии возрастет с 7,3% в 2010 г. до 20,8% в 2030 г. и до 37,7% в 2050 году. Доля Китая уже к 2030 г. достигнет 11,5%, а к 2050 г. – 15%. До 2050 г. атомная энергетика будет по-прежнему сосредоточена в развитых странах, к которым добавится Китай и, в меньшей степени, Индия.

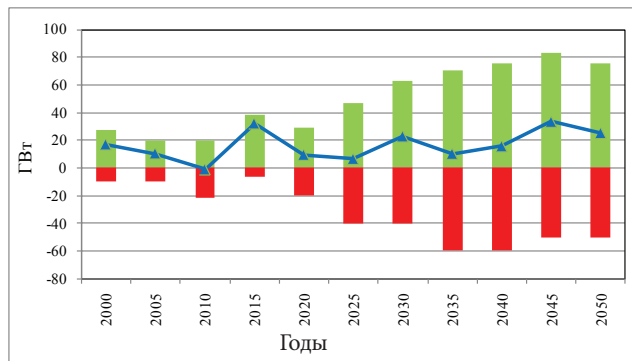
Мощности АЭС будут возрастать сравнительно медленно и к 2030 г. составят 442 ГВт по сравнению с 371 ГВт в 2010 г., а к 2050 г. – 527 ГВт (рис. 7.9). Распределение мощностей будет практически полностью совпадать с распределением выработки электроэнергии на АЭС в силу постепенного выравнивания коэффициента использования установленных мощностей и достижения ведущими развивающимися странами значений КИУМ, характерных в настоящее время для развитых стран (90% и более).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.9. Структура мирового реакторного парка по поколениям реакторов в 2010-2050 гг.

Инерционный сценарий предполагает резкий рост вводов мощностей с 20 ГВт в 2005-2010 гг. до 38 ГВт в 2011-2015 гг. (что согласуется с текущими объемами строительства), к 2030 г. – до 70 ГВт в год (2050 г. – 60 ГВт в год) – рис. 7.10. Такой ввод мощностей может быть обеспечен при условии осуществления необходимых инвестиций в развитие машиностроительных и инженеринговых мощностей.



Примечание. Зеленый – ввод мощностей, красный – вывод мощностей, синий – изменение.

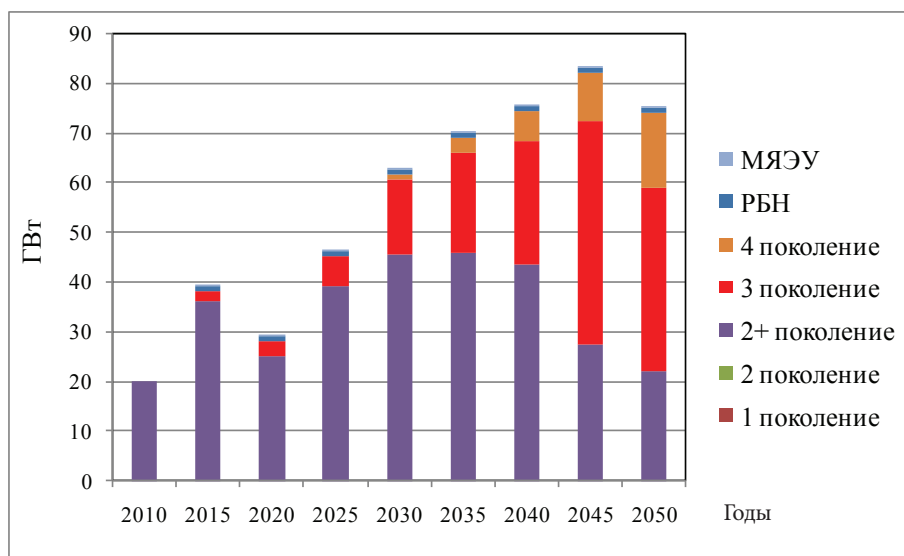
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.10. Динамика вводов и выводов мощностей атомных реакторов в 2000-2050 гг.

С учетом вывода мощностей (при продлении сроков эксплуатации реакторов – 106 ГВт до 2030 г. и 220 ГВт в 2030–2050 гг.) до 2030 г. необходимо построить 177 ГВт, а к 2050 г. – еще 300 ГВт. При этом в Китае ввод мощностей должен составить до 2030 г. 45 ГВт, а до 2050 г. – 30 ГВт.

Технологические перспективы атомной энергетики

В инерционном сценарии технологической основой мировой атомной энергетики останутся тепловые реакторы 2-го поколения, включая поколения 2+ и 2++. Развертывание строительства реакторов 3-го и 4-го поколений будет идти медленно. Реакторы 2-го поколения будут постепенно заменяться реакторами 3-го, а после 2030 г. – 4-го поколения (рис. 7.11).



Примечание. РБН – реакторы на быстрых нейтронах, МЯЭУ – малые ядерные энергетические установки (менее 100 МВт).

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.11. Структура вводимых мощностей по поколениям реакторов в 2010–2050 гг.

Реакторы 3-го поколения к 2030 г. будут составлять около 20% во вводимых мощностях, к 2050 г. – до 50%. Как следствие, доля реакторов 3-го поколения в эксплуатируемых мощностях в 2030 г. не превысит 5%, а к 2050 г. – 20%. Реакторы 4-го поколения начнут строиться не ранее 2035 г. и к

2050 г. не займут сколько-нибудь существенного места в мировой атомной энергетике (не более 5% мощности).

Реакторы на быстрых нейтронах (РБН) не выйдут за рамки единичных образцов в России, Франции и Индии. Доля РБН в мощностях мировой атомной энергетике не превысит 1%. Работы по МЯЭУ не выйдут из стадии отдельных промышленных образцов, а после 2020 г. будут свернуты из-за технических проблем, а также общественного мнения. К 2030 г. будет действовать не более 10-20 МЯЭУ суммарной мощностью 1-2 ГВт.

В инерционном сценарии издержки атомной энергетике останутся на современном уровне. Медленное строительство стандартных реакторов 3-го поколения будет препятствовать снижению издержек. В то же время требования безопасности сохранятся на современном уровне. Как следствие, капитальные затраты на строительство АЭС будут составлять 1800 долл. на 1 кВт мощности, а себестоимость электроэнергии – на уровне 3-5 центов за 1 кВт•ч, что делает атомную энергетiku конкурентоспособной.

«Урановая проблема»

Вследствие доминирования тепловых реакторов к 2030 г. потребление урана в инерционном сценарии возрастет до 78,6 тыс. т в год, а к 2050 г. – 90,7 тыс. т. (2010 г. – 66,5 тыс. т). С учетом структуры мирового реакторного парка, истощения вторичных источников и эффективности использования топлива к 2030 г. добыча урана должна сравняться с годовым объемом потребления. Кумулятивное потребление урана к 2050 г. составит 3100 тыс. т при доказанных запасах в 5500 тыс. тонн.

Такой уровень лежит на пределе возможностей мировой уранодобывающей отрасли и потребует разведки и разработки прогнозных ресурсов урана. Последние составляют, по различным оценкам, 7000-8000 тыс. т (без учета нетрадиционных ресурсов). Потребуется резкое наращивание добычи в Австралии, Казахстане и России – лидирующих странах по объемам запасов урана, а также изучение возможностей использования нетрадиционных ресурсов урана. Произойдет концентрация мировой добычи урана: если в 2009 г. на пять стран-лидеров по объемам добычи приходилось 2/3 мирового производства (Казахстан, Канада, Австралия, Намибия, Россия), то к 2030 г. эта доля достигнет 80%.

Напряженность уранового баланса на протяжении 2010-2050 гг. в условиях геополитических конфликтов напряженности приведет к тому, что «урановая геополитика» будет играть существенную роль. Ряд крупных источников урана может оказаться недоступными для большинства потребителей вследствие военно-политических конфликтов в Африке и Центральной Азии (Нигер, Намибия, Казахстан).

Рыночная и корпоративная структура атомной энергетики

На протяжении прогнозного периода не произойдет существенных изменений рыночной и корпоративной структуры атомной энергетики. Число компаний-операторов АЭС к 2030 г. увеличится незначительно, поскольку не произойдет значимого распространения атомной энергетики по миру, она по-прежнему будет концентрироваться в развитых странах и отдельных лидирующих развивающихся странах (Китай, Индия); в других странах будут только отдельные станции.

Мировые мощности по строительству АЭС и производству оборудования по-прежнему будут контролироваться ограниченным числом компаний. В настоящее время рынок контролируется 4 странами: США и Японией (американо-японские альянсы Westinghouse – Toshiba и Hitachi – General Electric, японская компания Mitsubishi), Францией (Areva) и Россией (Росатом). Атомные агентства Индии, Китая и Республики Кореи не обладают полным циклом атомных технологий и действуют только в своих странах (в Китае – преимущественно с участием иностранных компаний; в Индии строительство сталкивается с серьезными техническими проблемами).

К 2030 г. по мере реализации мощной программы атомно-энергетического строительства в Китае (до 3-4 ГВт в год к 2030 г.) к четырем ведущим игрокам добавится также китайская компания (скорее всего, одна). Она получит возможность выйти на мировой рынок, в первую очередь в развивающиеся страны (возможно, в кооперации с одной из уже действующих компаний-лидеров). Состав остальных игроков не изменится, хотя их доля может меняться.

Регулятивные и политические проблемы атомной энергетики

Доминирование соображений энергетической безопасности в инерционном сценарии приведет к снижению значимости проблемы радиационной безопасности АЭС, несмотря на сохранение проблемы ОЯТ из-за отсутствия замкнутого ядерного топливного цикла. Вместе с тем по мере роста уровня геополитических противоречий будет нарастать значимость проблемы нераспространения ядерного оружия и радиоактивных материалов.

По мере повышения доступности технологий будут расти риски создания и применения ядерного оружия некоторыми развивающимися странами, особенно на Ближнем Востоке (Иран, Саудовская Аравия, а также Израиль). Кроме того, в Южной Азии сохранится напряженность между Индией и Пакистаном, создавшими ядерное оружие (в случае Пакистана возможный внутривнутриполитический хаос создает риски утраты контроля над ядерным оружием). В Восточной Азии геополитическая напряженность мо-

жет стимулировать КНДР, Республику Корею, Японию к овладению ядерным оружием. В Юго-Восточной Азии возможны сходные процессы. Кроме того, сохранится риск применения ядерного оружия уже существующими ядерными державами против неядерных государств. Риск ядерного терроризма по сравнению с рисками создания и применения ядерного оружия государствами будет менее значимым.

В силу отсутствия прямой связи между работой АЭС и созданием ядерного оружия обострение проблемы ядерного нераспространения будет препятствовать развитию ядерной энергетики только в маргинальных в мировой политике странах. Кроме того, оно приведет к ужесточению мер безопасности на АЭС, но не будет иметь системно значимых последствий.

Резюме

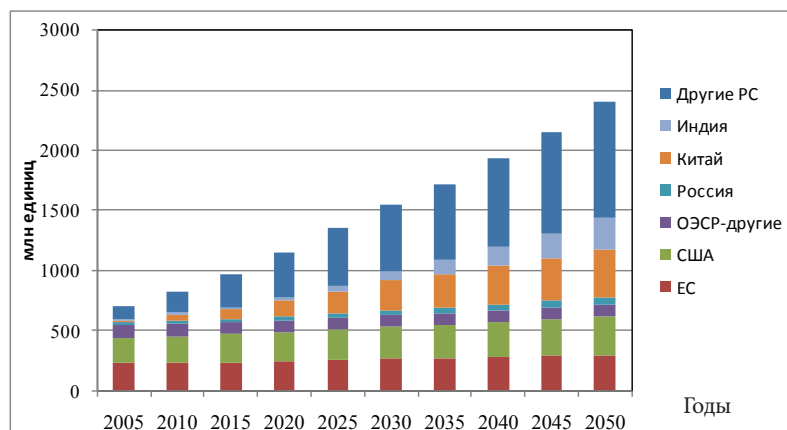
В инерционном сценарии количественный рост атомной энергетики ограничен производственными и технологическими проблемами отрасли, несмотря на значительный спрос на нее в целях повышения уровня энергетической безопасности. Атомная энергетика останется на современном уровне развития с преобладанием тепловых реакторов, что в долгосрочной перспективе приведет к стагнации отрасли.

7.5. Нефтяная отрасль

Главным фактором развития нефтяной отрасли в инерционном сценарии будет быстрый рост спроса в развивающихся странах из-за индустриализации, урбанизации и автомобилизации, а также ресурсные и производственные ограничения в отрасли.

Транспортный сектор

Несмотря на значительный количественный рост мирового автопарка (рис. 7.12), структура производства автомобилей и мирового автопарка к 2050 г. не претерпит существенных изменений. Электромобили и гибридные автомобили к 2030 г. не станут конкурентными и составят 1% мирового автопарка, к 2050 г. – 2,25%; в выпуске автомобилей их доля составит 1 и 3,5% соответственно. Доля других альтернативных видов энергоснабжения автопарка также будет весьма ограниченной: доля биотоплива не превысит 4%, доля природного газа – 3%, водород использоваться не будет.

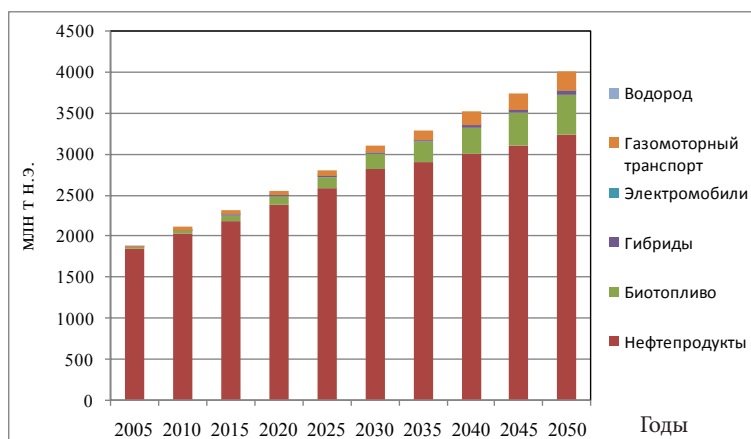


Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.12. Динамика мирового автопарка в 2005-2050 гг.

Альтернативные виды транспорта переживут быстрый рост. Производство биотоплива по сравнению с уровнем 2010 г. к 2030 г. увеличится в 4,7 раза, а к 2050 г. – в 12,9 раза, парк газомоторного транспорта – в 2,7 раза (к 2050 г. – в 6,8 раза), парк электромобилей – в 6 раз (к 2050 г. – в 20 раз). Структура потребления топлива на транспорте до 2050 г. представлена на рис. 7.13.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.13. Структура потребления топлива на транспорте в 2005-2050 гг.

Тем не менее такой рост не сможет компенсировать быстрый рост мирового автомобильного парка и сколько-нибудь существенно снизить спрос на нефть. Как следствие, мировой парк автомобилей с двигателем внутреннего сгорания возрастет к 2030 г. до 1238 млн (2010 г. – 773 млн), а к 2050 г. – до 1995 миллионов.

Альтернативные виды транспорта получают ограниченное распространение только в легковом автомобильном и городском пассажирском транспорте, также несколько увеличится доля электрической тяги на железнодорожном транспорте. Морской, воздушный, грузовой автомобильный транспорт по-прежнему будут потреблять исключительно нефтепродукты.

Альтернативные виды транспорта будут присутствовать на ограниченном числе локальных рынков. Электромобили и гибриды будут сосредоточены в наиболее успешных в этом направлении развитых странах (Япония, США). Использование природного газа будет эффективным в странах с низкими ценами на природный газ вследствие его избытка (некоторые развивающиеся страны, не имеющие доступа к мировому рынку). Производство биотоплива получит развитие в странах со значительными ресурсами пригодной для его производства биомассы (Бразилия) или крупными программами по развитию этого направления (Германия, США).

Динамика спроса на нефть

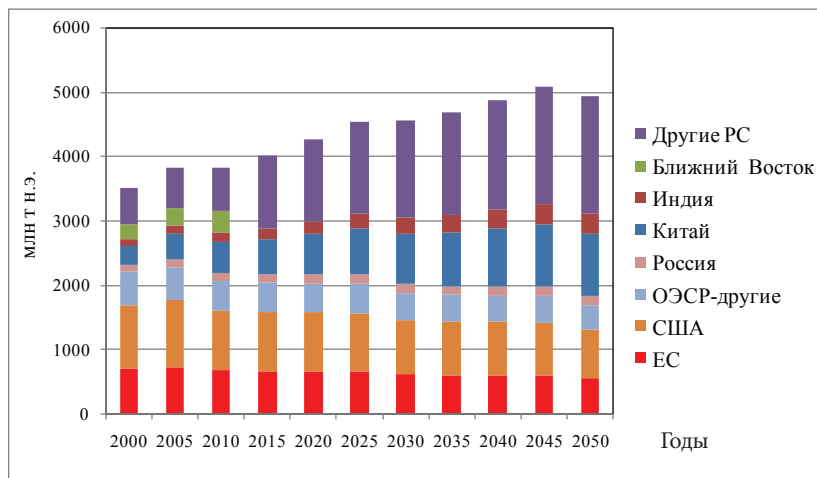
В инерционном сценарии мировое потребление нефти к 2030 г. возрастет до 4627 млн т н.э., или на 20%, а к 2050 г. – до 5018 млн т н.э. (рис. 7.14). Главным фактором стагнации после 2030 г. будет исчерпание потенциала наращивания добычи нефти.

Во всех сценариях будет происходить сдвиг потребления нефти в развивающиеся страны. Если в 2010 г. на развивающиеся страны приходилось только 43% потребления нефти (1980 г. – 21%, 2000 г. – 34%), то к 2030 г. она составит 55%, а к 2050 г. – 62%. При этом потребление в развитых странах к 2050 г. по сравнению с 2010 г. сократится на 10%. В развивающихся странах к 2050 г. потребление возрастет на 69%.

Важным фактором роста потребления нефти будет автомобилизация в развивающихся странах при отсутствии реальной альтернативы двигателю внутреннего сгорания и нефтепродуктам.

Структура мирового потребления нефти до 2050 г. показана на рис. 7.15. Доля нефтепродуктов к 2030 г. составит 91% потребления энергии на транспорте, а к 2050 г. – 82%. Объем потребления нефтепродуктов в автомобильном транспорте к 2030 г. возрастет до 2820 млн т н.э. по сравнению с 1844 млн т н.э. в 2010 г., в 2050 г. – 3200 млн т н.э. Доля транспортного сектора в потреблении нефти к 2030 г. возрастет с 48 до 61% к 2030 г. и до 66% к 2050 г. за счет снижения потребления нефти в электроэнергетике и тепло-

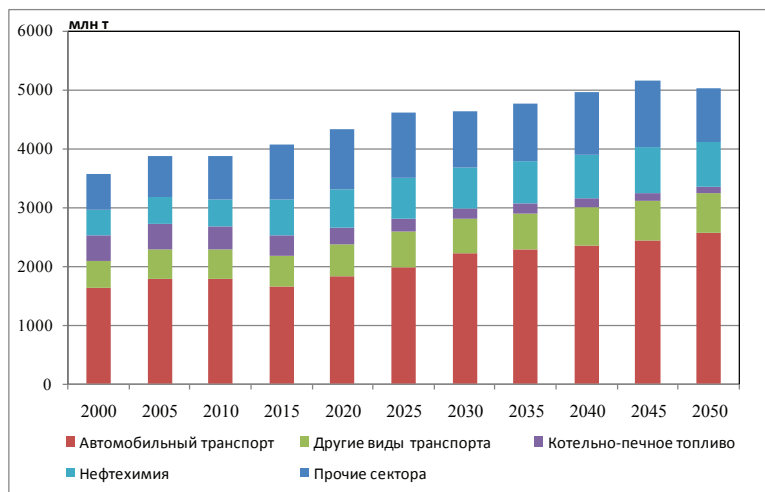
вой энергетике. Доля нефтехимии будет сначала снижаться, а затем расти при абсолютном росте потребления.



Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.14. Динамика мирового потребления нефти в 2000-2050 гг.



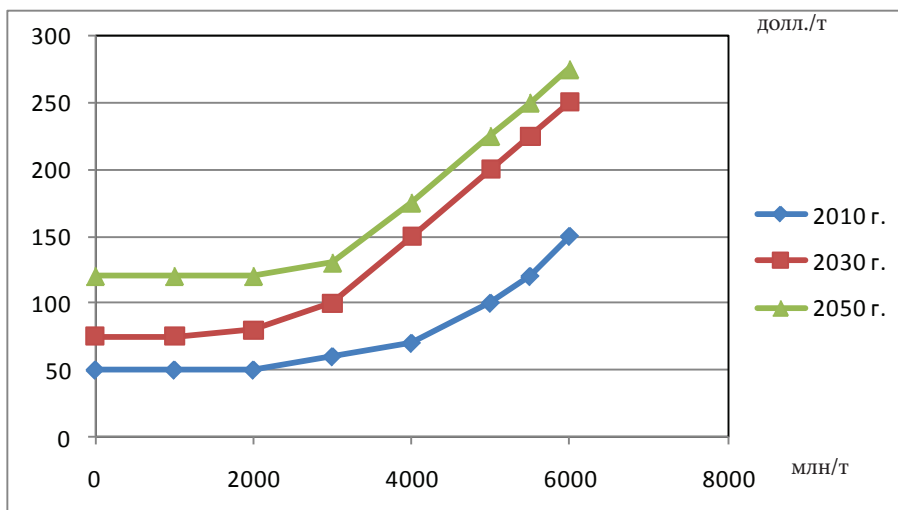
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.15. Структура потребления нефти в 2000-2050 гг.

Душевое потребление нефти к 2030 г. в развитых и развивающихся странах составит 1,9 и 0,4 т, а к 2050 г. – 1,8 и 0,45 т соответственно. Развивающиеся страны будут по-прежнему уступать развитым по душевому потреблению, причем разрыв сократится незначительно.

Динамика издержек в нефтяной отрасли

Высокие объемы добычи нефти потребуют освоения запасов нефти с неблагоприятными геологическими, природными и транспортными условиями, а также нетрадиционных видов нефти. Несмотря на концентрацию добычи в странах Ближнего и Среднего Востока, средние и предельные уровни издержек будут расти по сравнению с современным уровнем (рис. 7.16). Дополнительным фактором роста издержек будет удорожание сырья, материалов, оборудования, металлов и рабочей силы. Эта тенденция проявилась уже в 2000-е гг., когда индекс издержек в нефтяной отрасли вырос более чем в 2 раза.



Источник: расчеты ИЭС.

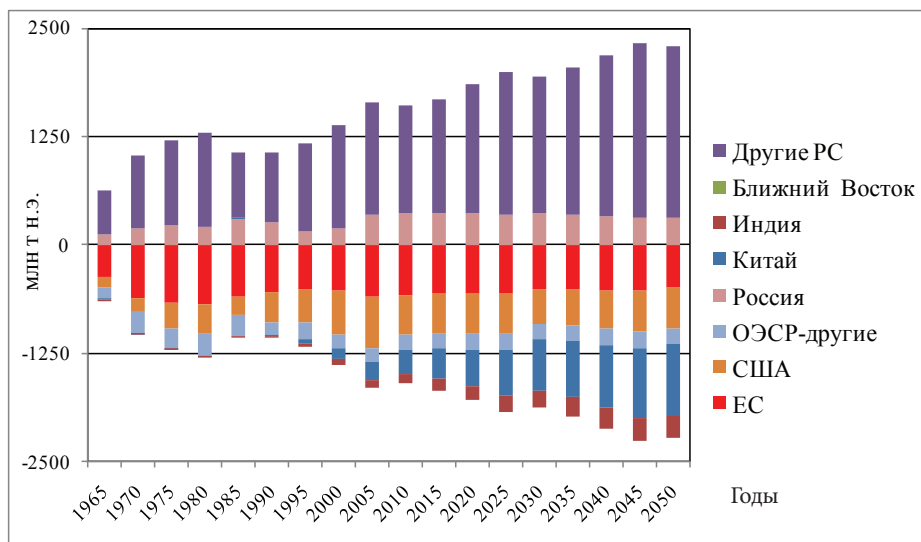
Рис. 7.16. Кривая издержек при добыче нефти в 2010, 2030 и 2050 гг.

Несмотря на технический прогресс, к 2030 г. при операционных издержках не выше 100 долл. за 1 тонну можно будет добывать не более 3000 млн т нефти в год, при издержках до 200 долл. – 5000 млн тонн. Замыкающая цена составит 225 долл. за 1 тонну, что более чем в 2 раза превышает современный уровень. При этом необходимо отметить, что операционные издержки составляют обычно около 50% общих затрат на разработку месторождений.

Таким образом, уже к 2030 г. в инерционном сценарии замыкающая цена составит 65 долл. за баррель. К 2050 г. вследствие роста спроса эта тенденция продолжится, и замыкающая цена достигнет 80 долл. за баррель. Несмотря на сохранение высокой значимости спекулятивных факторов на нефтяном рынке, рост издержек будет фундаментальной предпосылкой роста цен на нефть.

Политические риски в нефтяной отрасли

В инерционном сценарии политические риски мировой нефтяной промышленности будут расти. В 2008 г. международная торговля обеспечила 67% мирового потребления нефти, а межрегиональная торговля – 47%. К 2030 г. доля международной торговли увеличится до 70%, а межрегиональной – до 45%, а к 2050 г. – до 75 и 50% соответственно. Динамика межрегиональных поставок нефти в 1965-2050 гг. показана на рис. 7.17. Доля ОПЕК в мировой добыче нефти вырастет в 2008-2030 гг. с 32 до 37%, а в мировых межрегиональных поставках нефти – с 46 до 70%.



Источник: расчеты ИЭС.

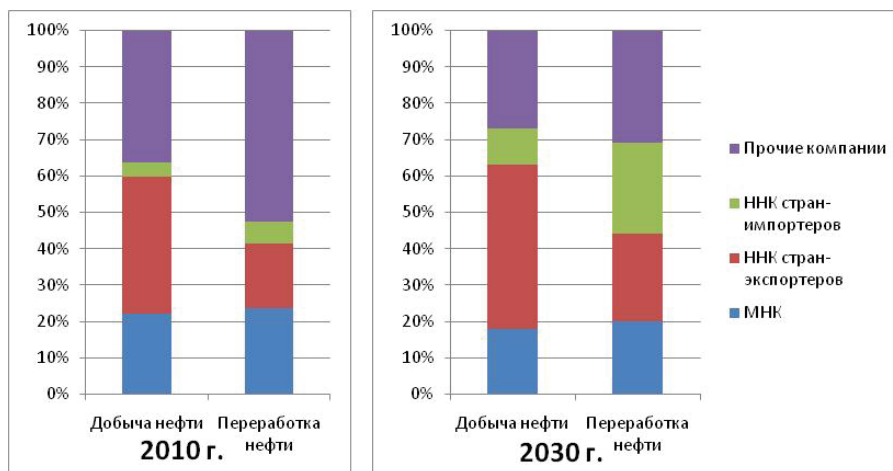
Рис. 7.17. Межрегиональные поставки нефти в 1965-2050 гг.

Риски будут возрастать по мере роста геополитических противоречий и дестабилизации мира, причем за счет действий не только негосударственных игроков, но и государств. В наиболее жестком сценарии с масштабной войной на Ближнем Востоке в 2020-е гг. возможно шоковое и затяжное падение поставок нефти из региона и тяжелые экономические последствия из-за масштабного транспортного кризиса.

Корпоративная структура нефтяной отрасли

Кроме роста международной торговли нефтью и уязвимости поставок важным фактором будет усиление роли национальных нефтяных компаний по мере концентрации добычи в немногочисленных странах с максимальными запасами. Соответственно, роль международных нефтяных компаний будет сокращаться.

Противоречие между ННК и МНК стало важным фактором развития мировой энергетики уже в 2000-е гг., а к 2030 г. они станут еще более интенсивными. Корпоративная структура мировой нефтяной промышленности в 2010 и 2030 гг. показана на рис. 7.18. Несмотря на периодические волны приватизации и национализации нефтегазового сектора в развивающихся странах, МНК и ННК сохранятся, но роль их существенно изменится.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.18. Корпоративная структура мировой нефтяной промышленности в 2010, 2030 гг.

К 2030 г. на МНК будет приходиться только 18% добычи и 20% переработки мировой нефтяной промышленности, в то время как на ННК – 45% добычи и 24% переработки. Эти тренды продолжаться до 2050 г. по мере концентрации добычи на Ближнем и Среднем Востоке. К 2030 г. на мировом нефтяном рынке будут доминировать уже не МНК, а ННК стран-экспортеров нефти и стран-импортеров нефти (особенно китайские и индийские). ННК смогут частично сбалансировать структуру своих производственных мощностей, доведя мощности по добыче до 90% от мощностей переработки за счет роста спроса на их национальных рынках и покупки активов в других

странах. ННК развивающихся стран-импортеров, особенно китайские, станут одними из важнейших игроков на мировом нефтяном рынке, обеспечивая до 10% добычи и до 25% переработки.

К 2030 г. на мировом рынке важнейшую роль будет играть третий важный класс компаний: национальные нефтяные компании стран – нетто-импортеров нефти из числа развивающихся стран. Уже в 2000-е гг. в число крупнейших в мире вошли национальные нефтяные компании Китая (PetroChina, Sinopec, CNOOC, компании контролируются государством через компанию CNPC), Индии (Oil and Natural Gas Corporation – ONGC), Республики Кореи (Korea National Oil Corporation), а также Японии (Nippon Oil). Если в настоящее время доля этих компаний в мировой добыче нефти не превышает на мировом рынке 4%, то к 2030 г. она может увеличиться до 10%, главным образом за счет зарубежных проектов. Наибольшую активность в развитии зарубежной деятельности проявляют китайские компании, используя политическую поддержку государства, заинтересованного в обеспечении энергетической безопасности. К 2030 г. национальные нефтяные компании этого типа станут важнейшими конкурентами МНК в борьбе за доступ к перспективным проектам во многих странах-экспортерах ТЭР.

В совокупности МНК, ННК стран-экспортеров и стран-импортеров нефти будут оказывать решающее влияние на мировой нефтяной рынок, занимая до 73% добычи и до 69% переработки нефти. Роль независимых нефтеперерабатывающих компаний, сервисных и инжиниринговых компаний будет весьма ограниченной.

Структура нефтяного рынка

По прогнозу ИЭС, уровень цен на нефть в инерционном сценарии будет высоким и весьма волатильным в коридоре 60-120 долл. за баррель в ценах 2010 года. Периодические взлеты и падения цен обусловлены циклическим развитием мировой экономики и энергетики.

Рост издержек, рост спроса, напряженность мирового нефтяного рынка и периодические сбои в поставках (по природным, техногенным и политическим причинам) будут предпосылками для периодических взлетов цен на фоне их высокого среднего уровня, а также для биржевых спекуляций.

В инерционном сценарии модель ценообразования на нефтяном рынке с доминированием биржевой торговли фьючерсными и опционными контрактами (реальные поставки осуществляются преимущественно на внебиржевом рынке, но с привязкой к биржевым ценам) сохранится. Роль финансовых факторов в динамике цен на нефть будет существенной, но по сравнению с 2000-ми гг. роль фундаментальных факторов усилится.

К 2025-2030 гг. увеличится количество значимых биржевых центров ценообразования за счет новых центров торговли в Азии, где будет сосредоточена большая часть спроса. Увеличится число маркерных сортов нефти

с соответствующими сферами влияния. К 2020 г. возможен полный отрыв биржевой торговли от рынка реального товара, если не будут наложены жесткие ограничения на операции с нефтяными контрактами. Биржевой рынок будет выполнять функции ценообразования, но не реальной торговли, которая будет осуществляться на внебиржевом рынке, а также по долгосрочным контрактам с привязкой к биржевым ценам. После 2030 г. рост политических противоречий приведет к тому, что возрастающая часть поставок будет осуществляться на свободном рынке, а в рамках двусторонних соглашений между крупными компаниями – при поддержке государства. Нефтяной рынок станет существенно более политизированным и менее открытым, чем в настоящее время.

К 2030 г. рынок нефтепродуктов станет значимым самостоятельным биржевым рынком. В настоящее время, несмотря на торговлю контрактами на нефтепродукты на ведущих биржах, оптовые цены на нефтепродукты фактически привязаны к ценам на сырую нефть. К 2030 г. размер и ликвидность биржевого рынка нефтепродуктов резко возрастут, что сделает его сравнительно независимым от рынка сырой нефти. Как следствие, могут возникнуть дисбалансы цен в рамках единой технологической цепочки переработки нефти. Возрастет доля биржевой торговли: если сейчас она прямо или косвенно определяет цены на 50% мирового оптового рынка нефтепродуктов, то уже к 2020 г. эта доля может возрасти до 70%.

Реальная торговля нефтепродуктами по-прежнему будет осуществляться на внебиржевой основе, но с привязкой к биржевым ценам с учетом затрат на транспортировку и различного уровня налогообложения. После 2030 г. в инерционном сценарии в связи с ростом геополитических противоречий и напряженности поставок возможен переход от преобладания свободных биржевых к регулируемым ценам во многих странах мира, особенно развивающихся. В этих странах могут быть восстановлены топливные субсидии и государственное регулирование цен, которые будут частично отменены в 2010-2020 годах.

Таким образом, в инерционном сценарии нефтяной рынок пройдет в своем развитии два этапа. В 2010-2020-е гг. сохранятся современные тенденции роста роли биржевой торговли, свободного рынка в условиях высоких цен. После 2030 г. вероятно резкое усиление регулирования цен рынка нефти и нефтепродуктов из-за напряженного положения с поставками. Сочетание стагнации цен с ростом издержек, особенно после 2030 г., лишит нефтяной бизнес сверхприбылей, получаемых им до 2000-х гг., несмотря на сравнительно слабое воздействие на него экологических ограничений.

По мере интеграции энергетических рынков (в первую очередь нефтяного) с финансовыми рынками на энергетические рынки распространится сфера ответственности финансовых регуляторов. Роль специализированных надзорных институтов в сфере энергетических рынков (например, Комиссии по торговле сырьевыми фьючерсами в США) усилится. Порядок за-

ключения сделок и их условия в нарастающей степени будут определяться не самими участниками энергетического рынка, а требованиями регулятора, особенно на электроэнергетическом рынке.

Проблемы регулирования нефтяной отрасли

Регулирование в нефтяной отрасли в инерционном сценарии будет направлено преимущественно на обеспечение национальной энергетической безопасности и доступа к моторному топливу в развивающихся странах. С одной стороны, сохранятся значительные топливные субсидии в развивающихся странах. При этом рост доходов в развивающихся странах будет сопровождаться ростом цен на нефть и нефтепродукты, что будет препятствовать отмене субсидий. С другой стороны, сохранится высокий уровень налогообложения в нефтяном секторе. Между тем доля налогов в розничной цене на нефтепродукты уже сейчас достигает 50%. Доля налогов в выручке нефтяных компаний от добычи нефти также может превышать 50%. Особое внимание при государственном регулировании будет уделяться обеспечению ведущей роли национальных нефтяных компаний на внутреннем рынке страны. Такие компании будут иметь приоритетное право получения лицензий и лучшие условия работы по сравнению с МНК. Эта тенденция особенно усилится после 2030 года.

Резюме

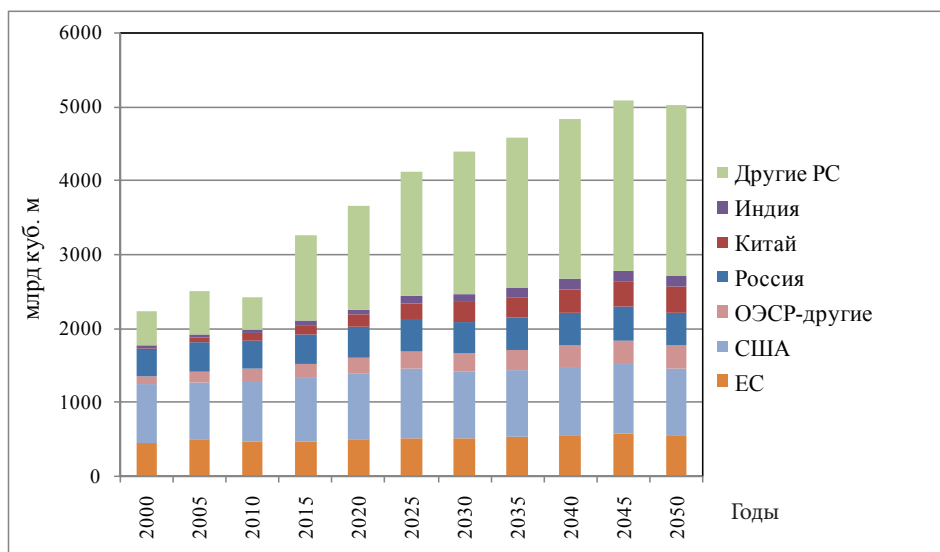
Нефтяная отрасль в инерционном сценарии будет развиваться на пределе своих возможностей в силу быстрого роста спроса, с одной стороны, и производственных и ресурсных проблем, с другой. Это приведет к разработке нетрадиционных видов нефти, к росту издержек при добыче нефти (как средних, так и в особенности предельных), росту цен на нефть, усилению политических факторов в развитии отрасли.

7.6. Газовая отрасль

Газовая отрасль в инерционном сценарии будет приобретать возрастающее значение в силу опережающего роста спроса на природный газ, вызванного его высокими потребительскими свойствами, ростом платежеспособности потребителей.

Опережающий рост потребления газа и сдвиг потребления в Азию

В инерционном сценарии мировое потребление природного газа к 2030 г. возрастет до 4386 млрд куб. м по сравнению с 2462 млрд куб. м в 2010 г., или на 80%, а к 2050 г. – до 5019 млрд куб. м, или еще на 18% (рис. 7.19).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.19. Динамика мирового потребления природного газа в 2000-2050 гг.

Произойдет сдвиг потребления природного газа в развивающиеся страны. Если в 2010 г. на развивающиеся страны приходилось только 34% потребления природного газа (1980 г. – 12%, 2000 г. – 25%), то к 2030 г. она составит 48%, а к 2050 г. – 52%.

Абсолютный объем потребления природного газа в странах ОЭСР, несмотря на спад в ходе кризиса 2008-2009 гг., быстро восстановится и продолжит рост, хотя и меньшими темпами. Рост к 2030 г. по сравнению с 2010 г. составит 15% (к 2050 г. – 22,4%). Фактором роста станет увеличивающийся спрос на тепловую и электрическую энергию при приоритете природного газа по экологическим и экономическим соображениям. При этом рост спроса будет сравнительно медленным из-за высокого уровня насыщения всех развитых рынков, где душевое потребление природного газа составляет от 700 куб. м в Японии или 1000 куб. м в ЕС до 2000 куб. м в США.

Рынки природного газа отличаются несравнимо более низким уровнем насыщения. Так, в 2010 г. душевое потребление в развивающихся странах составило около 70 куб. м, в том числе в Китае – 70 куб. м, в Индии – 40 куб. м.

Как следствие, потенциал роста спроса в развивающихся странах намного выше. До 2030 г. спрос в инерционном сценарии увеличится на 124%, а в 2030-2050 гг. – на 24%. Снижение темпов роста связано как с насыщением рынка, так и с ограничениями на поставки и добычу газа. Таким образом, в инерци-

онном сценарии разрыв по душевому потреблению природного газа останется очень значительным. При этом стадия быстрого роста добычи природного газа придется на 2010-2030 гг., а после 2030 г. ожидается замедление темпов.

Экономические параметры добычи природного газа

В перспективе, несмотря на технический прогресс, уровень издержек в целом будет возрастать. К 2030 г. при издержках не выше 100 долл. за 1 т нефтяного эквивалента можно будет добывать не более 2000 млрд куб. м природного газа в год, при издержках до 150 долл. – 4000 млрд куб. м, до 230 долл. – 5000 млрд куб. м.

При характерном объеме добычи в инерционном сценарии «замыкающая цена» к 2030 г. составит 250 долл. за 1 тыс. куб. м, а к 2050 г. – 350 долл. за 1 тыс. куб. м. Для сравнения: в 2010 г. «замыкающая цена» составила 100 долл. за 1 тыс. куб. м (цены 2010 г.). Природный газ будет приоритетным видом топлива, поэтому рост предельных издержек (фундаментальная предпосылка роста цен) не вызовет ограничения спроса.

При этом для удовлетворения спроса в некоторых регионах потребуется существенная по объемам добыча нетрадиционных видов природного газа. Она будет быстро расти в США, затем в Китае и в меньшей степени в Европе.

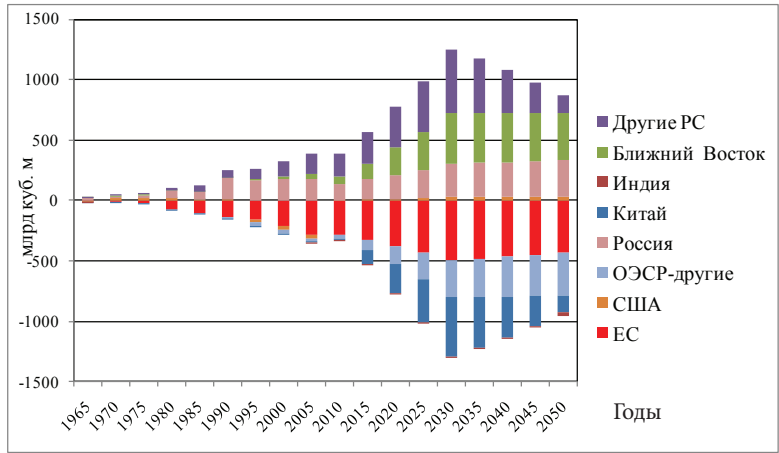
К 2030 г. она составит до 15% мировой добычи, или 780 млрд куб. м, а к 2050 г. – 1000 млрд куб. м. В США доля нетрадиционных видов газа возрастет до 80%, в ЕС – до 20%, в Китае – до 50%, что будет играть большую роль в поддержании самообеспеченности этих регионов.

Интеграция региональных газовых рынков в мировой рынок

В инерционном сценарии международная торговля к 2030 г. достигает 60% потребления, увеличившись по сравнению с 2010 г. в 2,7 раза до 2500 млрд куб. метров. С 2030 г. мировая торговля начинает снижаться и к 2050 г. составляет 2000 млрд куб. м, или 40% мирового потребления.

Рост значимости международной торговли будет сопровождаться ее концентрацией на уровне межрегиональной торговли (рис. 7.20). Доля России в мировом межрегиональном нетто-экспорте упадет к 2030 г. с 38 до 21%, а доля стран Ближнего Востока (Катар, Иран) возрастет с 17 до 33%.

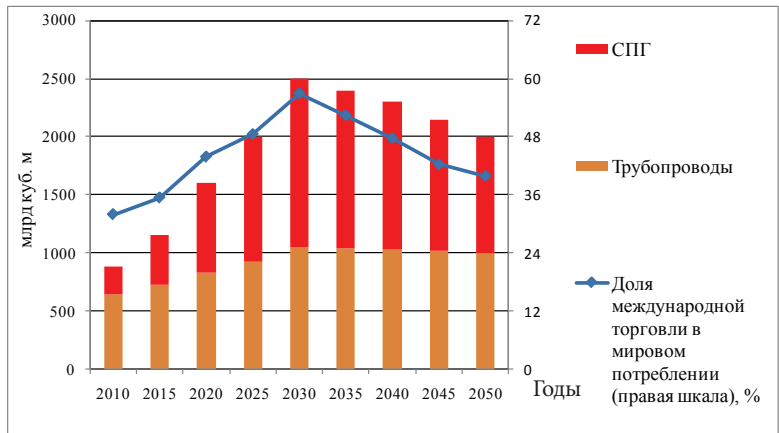
К 2030 г. доля ЕС в мировом межрегиональном нетто-импорте сократится с 79 до 39%, в то время как доля Китая возрастет с 4 до 39%. Произойдет сдвиг поставок с европейского рынка на восточноазиатский. Динамика китайского рынка природного газа будет важным фактором динамики мировой газовой отрасли. За 2000-е гг. объем потребления природного газа в Китае вырос с 30 до 100 млрд куб. м метров. К 2030 г. в инерционном сценарии он достигнет 265 млрд куб. м, а к 2050 г. сократится до 367 млрд куб. метров.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.20. Межрегиональная торговля природным газом в 1965-2050 гг.

Ключевыми тенденциями международной торговли природным газом будут рост доли сжиженного природного газа и снижение доли трубопроводных поставок (рис. 7.21). К 2030 г. доля СПГ составит 58% международной торговли, а к 2050 г. – 50% по сравнению с 27,5% в 2010 году. Несмотря на такой рост, мировой рынок природного газа не сложится. Поставки СПГ будут носить макрорегиональный характер (в рамках Атлантического и Тихоокеанского рынков).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.21. Международные поставки природного газа

Ценообразование на газовом рынке и государственное регулирование

Рост доли международной торговли природным газом и особенно поставок ПГ будет фундаментальной технологической предпосылкой для развития конкуренции «газ-газ». В инерционном сценарии доля спотовых поставок с конкуренцией «газ-газ» возрастет с 25% в 2010 г. до 40% к 2030 году. Долгосрочные контракты по-прежнему будут занимать большую часть рынка (50%), но основная их часть (70%) будет привязана к конкурентным ценам на природный газ.

После 2030 г. в силу роста уровня геополитических противоречий вероятно резкое изменение указанных трендов. Частичная дезинтеграция мирового энергетического рынка на отдельные сегменты приведет к росту значения двусторонних связей, в том числе межправительственных и долгосрочных контрактов, заключенных при поддержке государства. Роль биржевой торговли в этом случае неизбежно сократится. На внутренних рынках США, близких к самообеспечению (особенно вместе с Канадой), она сохранится, но в зависимых от импорта в регионах (ЕС, Япония) будет частично снова замещена долгосрочными контрактами или государственным регулированием.

Корпоративная структура газового рынка

Главными тенденциями газового рынка будут концентрация добычи и изменение типов компаний-лидеров. К 2030 г. по уровню концентрации добычи среди компаний-лидеров газовая отрасль достигнет уровня современной нефтяной промышленности. В настоящее время на 5 лидирующих компаний приходится не более 15% добычи. Особняком стоит ОАО «Газпром», которое в 2009 г. обеспечило 18% мировой добычи природного газа. К 2030 г. доля пяти компаний-лидеров составит не менее 30%, а к 2050 г. – 40%. Будет снижаться значение небольших газовых компаний и возрастать роль МНК и крупнейших специализированных газовых компаний. Сформируются международные газовые компании, но национальные газовые компании, которые в настоящее время доминируют в отрасли, удержат лидерство по добыче природного газа.

«Геополитика газа» вместо «геополитики нефти»

В инерционном сценарии развитие газовой отрасли будет связано с рядом геополитических противоречий.

В транзите трубопроводного газа будет продолжаться «война трубопроводов», особенно вокруг стран Центральной Азии, что приведет к реализации ряда конкурирующих газотранспортных проектов сомнительной экономической оправданности. Так, в последние годы были анонсированы или начаты проекты «Южный поток», «Набукко», «Туркмения – Китай», «Туркмения – Афганистан – Пакистан» и т.д. По мере роста доли Центральной Азии в экспорте газа будет возрастать значимость военно-политического контроля над регионом.

Рост доли стран Ближнего Востока (Катара, Саудовской Аравии, ОАЭ, в более отдаленной перспективе – Ирана) в поставках СПГ приведет к резкому росту значимости для мировой газовой отрасли тех критических точек, от которых в настоящее время зависят поставки нефти – Ормузского пролива, Аденского залива – Красного моря – Суэцкого канала. Значимость военно-политического контроля над этими точками резко возрастет. Через них будет проходить основная часть поставок двух важнейших видов ресурсов (к 2030 г. – до 55% экспорта нефти и 40% экспорта природного газа). Кроме того, рост доли стран АТР (Япония, Республика Корея, Китай) в импорте СПГ повысит значимость Малаккского и Зондского проливов, Южно-Китайского и Восточно-Китайского морей.

В 2020-е гг. важнейшим риском станут вооруженные конфликты в Центральной Азии и на Ближнем Востоке. В 2030-е гг. этот риск может реализоваться в виде крупных конфликтов, которые вызовут долгосрочные и масштабные перебои в поставках СПГ. Как следствие, после 2030 г. могут усилиться региональная фрагментация газового рынка и роль поставок из ближайших к центрам потребления регионов с низким уровнем политических рисков.

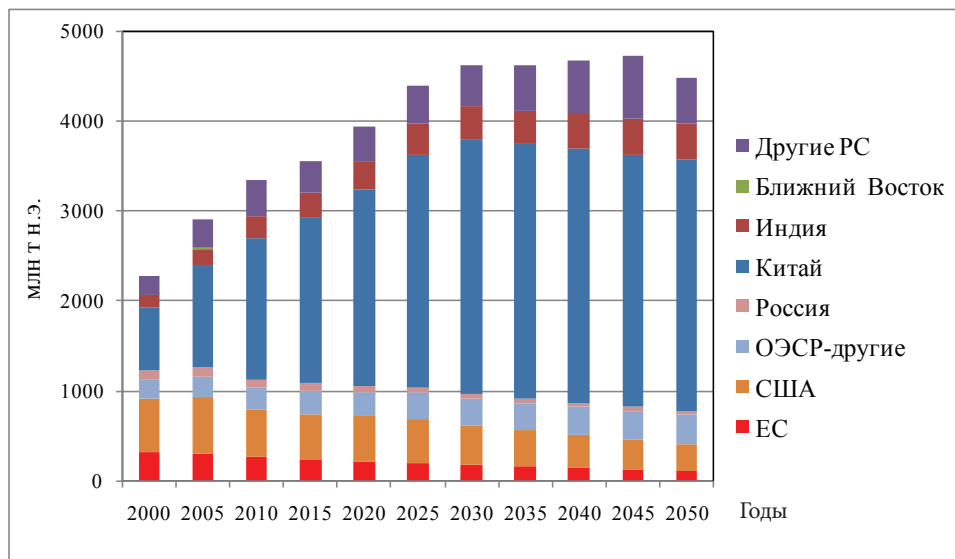
7.7. Угольная отрасль

Угольная отрасль в инерционном сценарии будет быстро расти в силу медленного роста инновационных отраслей (ВИЭ, атомной и газовой отраслей) и ориентации на самообеспечение в ряде крупнейших регионов мира из-за геополитической напряженности.

Динамика угольной энергетики

Главными центрами развития угольной отрасли в 2010-2050 гг., как и в 2000-е гг., будут Китай и Индия, что обусловлено ростом спроса на энергию, наличием значительных собственных ресурсов и дешевизной угольной энергетики. В инерционном сценарии мировое потребление угля вырастет

к 2030 г. до 4617 млн т н.э. по сравнению с 3278 млн т н.э. в 2010 г., или на 41%, а к 2050 г. составит 4487 млн т н.э. (рис. 7.22).



Источник: расчеты ИЭС.

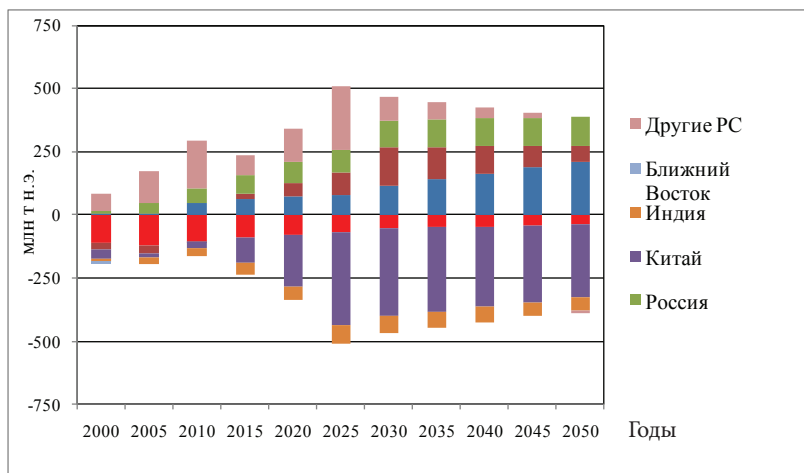
Рис. 7.22. Мировое потребление угля в 2000-2050 гг.

Доля Китая в мировом потреблении угля вырастет с 48% в 2010 г. до 62% в 2030 г. и 31% в 2050 г., а Индии – возрастет с 7% в 2010 г. до 8 и 9% соответственно. Доля большинства других регионов незначительно снизится.

Рост международной торговли углем

Несовпадение центров роста потребления и центров роста производства угля вызовет существенный рост международной торговли. Прирост спроса в Европе, Китае и Индии будет настолько значительным, что он не сможет быть удовлетворен за счет собственной добычи.

В инерционном сценарии к 2030 г. межрегиональная торговля углем возрастет на 80%. В зависимости от классификации рост составит с 260 до 500 млн т условного топлива, или с 400 млн т н.э. до 700 млн т (рис. 7.23). Крупнейшими импортерами станет Китай. Нетто-экспорт из Австралии возрастет с 228 до 360 млн т, из Индонезии и других стран АСЕАН – с 176 до 270 млн т.

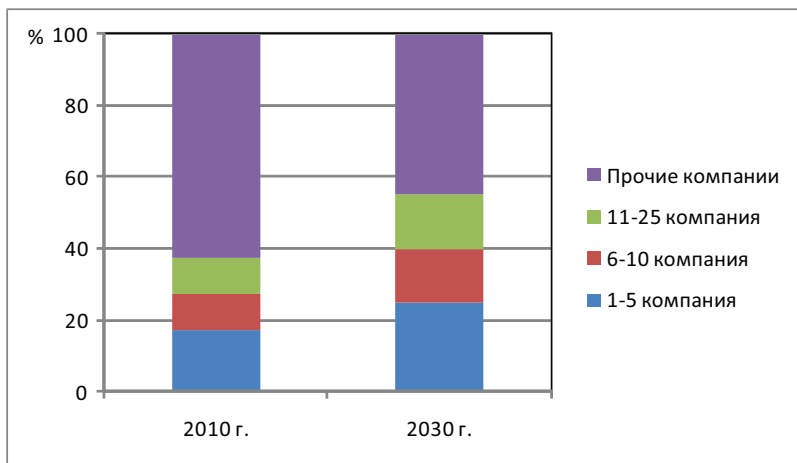


Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.23. Международная торговля углем в 2000-2050 гг.

Корпоративная структура угольной отрасли

Рост добычи и экспорта в нескольких крупнейших районах дешевой угледобычи при закрытии маломощных и неэффективных шахт в других регионах будет способствовать консолидации угольной отрасли (рис. 7.24).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 7.24. Консолидация мировой угольной промышленности

Если в 2010 г. на 5 крупнейших угольных компаний пришлось 17% добычи, на 10 – 25%, на 25 – 35%, то к 2030 г. эти доли возрастут до 25, 40 и 55% соответственно. До 2050 г. процесс концентрации и консолидации отрасли продолжится. Особенно значительным эффект концентрации будет в Китае и Индии, где угольная отрасль пока отличается низкой степенью концентрации. К 2030 г. возникнут крупные международные угольные компании со значимыми объемами добычи во многих странах мира. Но после 2030 г. вероятен кризис таких компаний в силу общего тренда к дезинтеграции мировой энергетики и роста доли национальных компаний.

Вероятно появление новых угольных бирж в центрах концентрации спроса на уголь (Шанхай, Гонконг, Мумбаи) в дополнение к уже существующим биржам в центрах концентрации предложения (Ричард-Бей в ЮАР и Ньюкасл в Австралии).

Проблемы развития угольной отрасли

В инерционном сценарии технологии угольной энергетики не претерпят радикальных изменений по сравнению с современным уровнем. Энергоблоки со сверхкритическими (СКПП) и суперсверхкритическими параметрами пара (ССКПП), а также новые способы сжигания угля (в кипящем слое, в угольной пыли, с внутрицикловой газификацией) не получают широкого распространения в силу высоких капитальных затрат и нерентабельности в существующих экономических условиях. Доля таких новых технологий составит 5% мощностей к 2030 г. и 10% – к 2050 году.

Капитальные затраты на строительство традиционных угольных электростанций составляют 1300-1600 долл. за 1 кВт. Угольная энергетика конкурентоспособна во всех регионах мира. Между тем капитальные затраты при применении новых технологий превышают этот уровень в 1,5-2 раза, а себестоимость энергии – на 20-50%, что делает их внедрение малоэффективным.

В то же время в силу дефицитности природного газа в ряде регионов получают широкое распространение технологии газификации угля с последующим использованием угольного газа конечными потребителями. К 2030 г. производство газообразных продуктов переработки угля может достичь 50 млн т н.э., а к 2050 г. – 150 млн т н.э. Основная часть производства (70%) будет сосредоточена в Китае, где возникнет крупная самостоятельная отрасль по переработке угля. Будут происходить быстрое обновление и модернизация мощностей по добыче угля и мощностей угольных электростанций в Индии и Китае, в том числе по экологическим причинам.

В инерционном сценарии климатическая политика будет играть сравнительно слабую роль (в Индии и Китае ограничения на выбросы CO₂ не станут значимым фактором ограничения угольной отрасли), но проблема локального загрязнения воздуха в крупнейших городах оксидами серы и азота, пылью и другими продуктами сгорания угля будет стоять остро. Как следствие, к 2030 г. угольная энергетика этих стран будет в основном, а к 2050 г. – полностью выведена на современный технологический и экологический уровень развитых стран.

Резюме

Экстенсивный рост угольной отрасли, в первую очередь за счет Китая и Индии, сопровождается модернизацией угольной энергетики этих стран, закрытием устаревших шахт и угольных электростанций и опережающим строительством новых мощностей. При этом технологии «чистого угля» востребованы только в развитых странах. Мировая угольная отрасль не переходит на новый уровень технологического развития, но играет ключевую роль в обеспечении количественного роста мировой энергетики.

7.8. Региональный аспект мировой энергетики

Тенденции развития отдельных отраслей энергетики в совокупности приведут к существенному изменению роли отдельных регионов и международной торговли в мировой энергетике. В 2010-2050 гг. географический разрыв между производством и потреблением топливно-энергетических ресурсов будет нарастать в абсолютном и относительном выражении.

Международная торговля энергоносителями

Международная торговля энергоносителями, особенно межрегиональная, будет расти опережающими темпами по отношению к мировому потреблению энергоносителей, особенно интенсивно – в газовой и угольной отраслях. В настоящее время международная торговля наиболее значительна в нефтяной отрасли, менее значительна в газовой и особенно в угольной отраслях (табл. 7.1). Для электроэнергетики международная торговля играет ограниченную роль, а для возобновляемых источников энергии – минимальную. В атомно-энергетической отрасли сложилась специфическая ситуация в силу высокого веса технологических факторов и низкого – поставок природных ресурсов, но в целом географический разрыв между добычей урана, производством оборудования и выработкой энергии АЭС весьма значителен.

Таблица 7.1. Нетто-экспорт (+) и нетто-импорт (-) ТЭР по регионам мира, млн т н.э.

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010г.	2030г.	2050г.	2010г.	2030г.	2050г.	2010г.	2030г.	2050г.
ЕС	-572	-517	-489	-288	-492	-433	-103	-54	-36
США	-459	-400	-469	3	26	35	47	115	210
ОЭСР- другие	-182	-168	-178	-25	-303	-359	-3	153	65
Россия	369	359	306	138	275	305	58	105	113
Китай	-276	-593	-817	-15	-302	-136	-23	-347	-290
Индия	-113	-201	-269	-13	-20	-24	-34	-65	-54
Ближний Восток	820	1105	1406	62	444	387	-90	-121	-105
Другие РС	413	480	578	189	521	139	279	225	98

Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

К 2030 г. в мире останется только четыре энергоизбыточных региона – Ближний и Средний Восток, Африка, Россия и Центральная Азия. Крупнейшим экспортером энергии в 2010-2050 гг. останется Ближний и Средний Восток, второе место по-прежнему будет занимать Россия. Доля Ближнего и Среднего Востока возрастет как по поставкам нефти (за счет высокой концентрации запасов), так и по поставкам природного газа (за счет опережающего наращивания добычи, запоздавшего относительно России, и роста экспорта СПГ). Среди нетто-импортеров энергии произойдут более существенные изменения. Нетто-импорт энергии в Китай вырастет в 10 раз. Тем не менее Европа, Япония и Республика Корея по-прежнему будут занимать лидирующее место в импорте ТЭР.

Уровень самообеспеченности крупных регионов мира

В 2010-2050 гг. уровень самообеспеченности традиционных регионов-импортеров будет снижаться (табл. 7.2). Одновременно с этим, за счет опережающего роста внутреннего потребления, будет снижаться степень экспортности топливно-энергетического комплекса в традиционных регионах-экспортерах.

Таблица 7.2. Уровень самообеспеченности по регионам мира, %

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.
ЕС	14,8	14,8	10,9	37,3	21,1	22,8	60,5	69,0	69,0
США	51,2	52,9	39,0	100,4	102,9	103,9	108,9	126,4	172,4
ОЭСР- другие	60,6	59,8	52,9	85,1	-21,2	-17,7	98,8	151,5	119,4
Россия	395,2	360,1	312,5	135,5	164,0	169,5	169,9	290,9	405,4
Китай	40,6	25,2	15,5	85,0	20,5	61,9	98,5	87,8	89,6
Индия	24,2	20,6	12,9	75,0	82,5	84,3	86,2	82,2	86,6
Ближний Восток	344,0	321,0	328,6	118,0	172,8	152,3	5,3	3,2	4,5
Другие РС	156,2	147,9	147,4	142,6	146,5	110,1	215,3	170,8	124,2

Источник: расчеты ИЭС.

Традиционные регионы-импортеры. Снижение степени самообеспеченности в традиционных регионах-импортерах (развитые страны) продолжится в 2010-2050 годах. Уровень самообеспеченности Европы нефтью к 2030 г. снизится до 18,7% по сравнению с 14,8% в 2008 г. (к 2050 г. – 10%), уровень самообеспеченности природным газом – до 21,1% (2010 г. – 37,3%). Уровень самообеспеченности нефтью в Северной Америке будет расти за счет Канады, но в США уровень самообеспеченности продолжит медленно снижаться. В рамках Азиатско-Тихоокеанского региона будет нарастать поляризация между энергоизбыточной по всем видам ТЭР Австралией (крупнейший в мире экспортер угля; в стране активно развивается добыча нефти и газа) и Японией и Республикой Корея, которые импортируют почти 100% необходимых ТЭР.

Традиционные регионы-экспортеры. На Ближнем Востоке и в России к 2030 г., как и в 2008 г., уровень добычи нефти будет превышать уровень внутреннего потребления более чем в 3 раза. В газовой отрасли соотношение добычи и внутреннего потребления будет медленно возрастать во всех важнейших экспортных регионах – в России (с 1,3 до 1,7), в Африке (с 2,0 до 2,2), на Ближнем и Среднем Востоке (с 1,2 до 1,5). Эти тенденции продолжатся и до 2050 года. В угольной отрасли уровень экспортности возрастет в Австралии, ЮАР, Индонезии и других крупнейших экспортерах с низкой себестоимостью добычи.

Новые регионы-импортеры. Ключевой тенденцией в мировой энергетике в 2010-2030 гг. будет вовлечение в территориальный разрыв между

производством и потреблением крупнейших развивающихся стран – Китая и Индии. Уровень самообеспеченности нефтью в Китае уже снизился до 40,6%, а к 2030 г. составит 25% (2050 г. – 15%). В Индии уровень самообеспеченности упадет к 2050 г. с 25 до 13%.

Схожие тенденции будут наблюдаться в газовой и угольной отраслях. Уровень самообеспеченности природным газом в Китае с 2010 по 2030 г. снизится с 85 до 20%. К 2030 г. в Индии уровень самообеспеченности углем снизится с 86 до 82%, а в Китае – с 98,5 до 87,8%. При этом за сравнительно небольшим относительным показателем скрываются крупнейшие по объему поставки угля.

Новая конфигурация международной торговли ТЭР. Центральная ось международной торговли переместится с линии «ОЭСР – ОПЕК» на линию «развивающиеся страны Азии – ОПЕК». В странах ОЭСР уровень самообеспеченности нефтью в 2010-2030 гг. составит 36-37%, а в развивающихся странах Азии он упадет с 48 до 17%. Уровень самообеспеченности природным газом за тот же период в Азии упадет со 111 до 74%. В странах ОЭСР он будет снижаться значительно медленнее (с 74 до 67%). Наконец, если ОЭСР к 2030 г. за счет Австралии и США практически достигнет самообеспеченности по углю, то развивающиеся страны Азии, напротив, столкнутся с крупным дефицитом. К 2030 г. не развитые, а именно развивающиеся страны Азии будут наиболее зависимыми от мирового энергетического рынка. Именно эти страны будут более всех заинтересованы в его стабильности и приемлемом уровне цен.

Геополитические проблемы энергетической безопасности

По мере роста напряженности поставок нефти и природного газа, а также угля и урана будет возрастать значимость геополитических факторов развития мировой энергетики и роль энергетического фактора в международной политике. Энергетическая безопасность как предложения, так и спроса, будет ключевым элементом национальной безопасности. С одной стороны, снижение уровня самообеспеченности и ненадежность поставок будут стимулировать ведущие страны мира гарантировать собственное энергоснабжение политическими или военно-политическими методами. С другой стороны, политические усилия будут, в свою очередь, усиливать напряженность поставок для других игроков. Взаимное усиление этих двух процессов после 2030 г. может привести к частичной дезинтеграции мировой энергетики.

Основные риски мировой энергетики будут связаны с тремя факторами:

- 1) Нестабильность и вооруженные конфликты на Ближнем Востоке и в Центральной Азии,
- 2) Угрозы морским путям транспортировки энергоносителей (нефти и СПГ) со стороны пиратства, терроризма и локальных конфликтов.

3) Рост противоречий между крупнейшими странами мира (особенно между США и Китаем) и борьба за доступ к энергетическим ресурсам.

Эти три фактора рисков тесно взаимосвязаны и могут реализоваться в двух основных формах. Во-первых, в жестком сценарии – в виде масштабной войны на Ближнем Востоке и (или в Центральной Азии) после 2030 года. В этом случае неизбежно шоковое и затяжное падение поставок нефти и природного газа из региона и тяжелые экономические последствия. Во-вторых, в более мягком сценарии – в виде борьбы (холодной войны) США и Китая за доступ к энергоносителям, в ходе которой особое значение получит Юго-Восточная Азия как экспортер энергоносителей в Китай и транзитная зона с Ближнего Востока. Результатом обоих конфликтов будет существенная дезинтеграция мировой энергетики и необходимость опоры на собственные энергетические ресурсы.

Столкновение рассмотренных выше стратегий, особенно противоречия между США и Китаем, после 2030 г. приведет к частичной дезинтеграции мировой энергетики, однако открытый конфликт между ними маловероятен из-за неприемлемого ущерба для обеих сторон. Расчетные данные относятся к «мирному» варианту в силу невозможности моделирования мировой энергетики при существенном изменении геополитической структуры мира.

Противоречия между США и Китаем создают в инерционном сценарии угрозу частичного распада мировой энергетики на два блока с разной структурой топливно-энергетического баланса, различными тенденциями в динамике спроса и предложения энергоносителей, различными методами регулирования, ориентированными соответственно на США и Китай, при сравнительно слабых связях между ними.

В блок, ориентированный на США, войдут развитые страны – поставщики энергоносителей (Канада, Австралия), страны Латинской Америки (Венесуэла, Мексика, Бразилия). Для Европы могут стать приоритетными поставки не с нестабильного Ближнего и Среднего Востока, а из России. В блок, ориентированный на Китай, войдут многие страны Африки и Юго-Восточной Азии, а частично – страны Центральной Азии.

В условиях роста геополитических противоречий и конкуренции за энергетические ресурсы в 2010-2050 гг. (особенно после 2030 г.) будет расти значимость двусторонних межгосударственных соглашений по сравнению с мировым рынком. Как следствие, международные соглашения в сфере энергетики (Энергетическая хартия 1991 г., Договор к Энергетической хартии 1994 г. и другие) останутся малоэффективными и не будут иметь глобального значения, а новые соглашения не будут подписаны из-за жестких противоречий между заинтересованными игроками. Неизбежно снижение роли ключевых для функционирования мирового энергетического рынка бирж NYMEX и ICE. Поскольку они регулируются соответственно амери-

канскими и британскими властями, другие ведущие игроки, особенно нетто-экспортеры ТЭР, будут активно добиваться участия в регулировании этих глобальных бирж и прилагать значительные усилия для развития собственных бирж, внебиржевых форм торговли на основе собственных валют и т.п. К 2020 г. альтернативные центры ценообразования будут играть значительную роль, а к 2030 г. могут стать доминирующими, особенно в случае формирования двух блоков в мировой энергетике с ориентацией на США и Китай.

В инерционном сценарии не удастся заключить эффективное глобальное соглашение по климатической политике из-за противоречий между развитыми и развивающимися странами. Существующие рамочные соглашения фактически не будут соблюдаться. Как следствие, климатический механизм регулирования энергетики будет иметь значение только в странах с наиболее сильной климатической политикой (США, ЕС, Япония), но не в развивающихся странах. Однако роль экологического фактора в энергетической политике в целом возрастет, преимущественно за счет значимости локальных экологических проблем.

Резюме

В 2010-2050 гг. положение ведущих стран мира в системе международной торговли энергоносителями существенно изменится. Китай превратится в одного из крупнейших импортеров всех видов энергоносителей, при этом резко снизится уровень его самообеспеченности. В США и ЕС самообеспеченность несколько снизится (в ЕС – по сравнению с современным весьма низким уровнем). Это сделает Китай уязвимым по отношению к возможным проблемам с поставками, в том числе политического характера, и будет предпосылкой геополитических противоречий.

РАЗДЕЛ 8. СТАГНАЦИОННЫЙ СЦЕНАРИЙ

Стагнационный сценарий предполагает смягчение кризиса индустриальной фазы (в ее постиндустриальной или неоиндустриальной форме) и кризиса взаимоотношений с окружающей средой за счет реализации комплекса законодательных и технологических решений, позволяющих управлять основными накопленными противоречиями. С одной стороны, это позволит устранить наиболее тяжелые противоречия в развитии мировой энергетики. С другой стороны, этот сценарий предполагает ограничение инвестиционно-инновационного развития энергетики. Как следствие, после 2030 г. этот сценарий приводит к снижению темпов развития, стагнации мировой энергетики и постепенной потере устойчивости.

8.1. Динамика мировой энергетики

Динамика конечного потребления энергии

Рост населения с 6684 млн в 2010 г. до 7737 млн в 2030 г. и 7959 млн в 2050 г. будет практически полностью сосредоточен в развивающихся странах. Снижение средней численности домохозяйства в рамках демографического перехода, рост уровня доходов и жилой площади вызовут быстрый рост потребления энергии в расчете на домохозяйство и в абсолютном выражении.

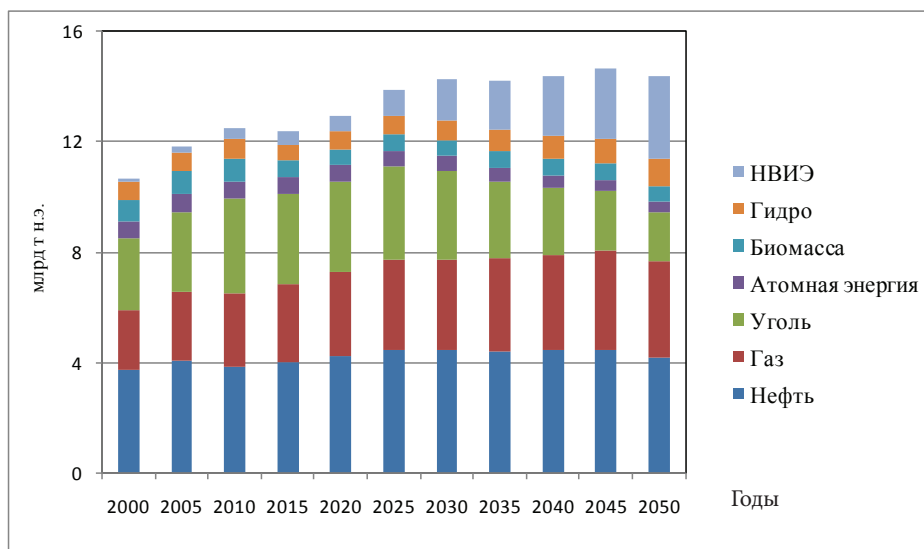
Мировой ВВП вырастет с 70,3 трлн долл. в 2010 г. до 120,0 трлн долл. в 2030 г. и 177,7 трлн долл. в 2050 г. (в ценах 2010 г.). Темпы роста составят до 2030 г. 2,7% (1,5% – развитые страны, 3,6% – развивающиеся страны), а в 2030-2050 гг. – 2,0% (1,2% – развитые страны, 2,4% – развивающиеся страны). Рост будет происходить преимущественно за счет развивающихся стран, доля которых в приросте ВВП составит до 2030 г. 70%, а до 2050 г. – 83%. Таким образом, существенное замедление роста ВВП по сравнению с инерционным сценарием произойдет преимущественно за счет развитых стран.

Энергоемкость ВВП будет снижаться до 2030 г. на 1,9% в год в развивающихся странах и 1,0% в год в развитых странах (в 2030-2050 гг. – 2,0 и 1,0% соответственно). В развивающихся странах основная часть прироста энергоэффективности до 2030 г. происходит за счет структурных сдвигов в экономике, а после 2030 г. – за счет технологических факторов.

Мировой автопарк возрастет к 2030 г. до 1400 млн (2010 г. – 825 млн), а к 2050 г. – до 2000 млн (на 17% ниже инерционного сценария); 90% прироста придется на развивающиеся страны.

Структура мирового топливно-энергетического баланса

К 2030 г. потребление первичной энергии в стагнационном сценарии возрастет по сравнению с уровнем 2010 г. в 1,14 раза, а после 2030 г. фактически стабилизируется (рис. 8.1). На фоне незначительного количественного роста произойдут значимые структурные изменения в мировом топливно-энергетическом балансе.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.1. Производство первичных энергетических ресурсов в стагнационном сценарии

До 2050 г. доля нефтяной отрасли в мировом ТЭБ будет стабильна со слабой тенденцией к снижению (с 30,6 до 29,1%) при росте абсолютных объемов производства (с 3821 до 4188 млн т н.э. – на 9,6%, при медленном сокращении после 2030 г.). Темпы роста добычи и потребления газа будут существенно выше, чем нефти: к 2050 г. его потребление вырастет на 29%. Доля природного газа в мировом ТЭБ возрастет с 21,8 до 24,2%.

Угольная энергетика в 2010-2050 гг. сократится на 47,3%. Доля угля снизится с 27,3 до 12,5%. До 2030 г. объемы потребления угля будут стабильны, а после 2030 г. начнется быстрое сокращение. В стагнационном сценарии в

2010-2030 гг. атомная энергетика сократится на 43%. Доля атомной энергии в ТЭБ снизится с 4,9 до 2,4%.

Доля ВИЭ в мировом энергетическом балансе в стагнационном сценарии станет доминирующей. В 2050 г. доля ВИЭ в мировом ТЭБ, не включая большую гидроэнергетику, составит 10,4% по сравнению с 3,1% в 2010 г. (2050 г. – 21,0%). Доля гидроэнергетики возрастет с 5,9 до 6,6%, доля биомассы снизится с 6,8 до 4,2%. Произойдет сдвиг от использования традиционных видов биомассы (дрова, солома и др.) к новым видам (биотопливо, отходы). В совокупности неуглеродная энергетика к 2030 г. составит 23,3%, а к 2050 г. – 34,2% (2010 г. – 20,6%). Рост доли ВИЭ до 2015 г. будет происходить главным образом за счет морских и береговых ВЭУ, а также солнечной энергетике и биомассы (особенно после 2030 г.).

Технологический портрет мировой энергетики

В стабилизационно-стагнационном сценарии технологическое регулирование энергетики будет гораздо более активным по сравнению с инерционным сценарием.

С одной стороны, оно позволит обеспечить технологический прогресс на нескольких выбранных направлениях (развитие возобновляемой энергетики, энергосбережение, создание электрических двигателей и альтернативных видов моторного топлива и пр.). Технологическое регулирование будет важным стимулом инновационной и инвестиционной активности, поскольку несоответствующая принятым нормам продукция не будет допускаться на рынок.

С другой стороны, технологическое регулирование создаст искусственную систему цен и приведет к значительному росту общих издержек на функционирование энергетики. Искусственная система цен в силу несовершенства и недостаточной информированности регулирующих органов приведет к значительным перекосам в технологическом развитии, когда на отдельные направления расходуются значительные средства (в форме прямых государственных затрат, льгот, субсидий и т.п.), а другие направления исследований не развиваются. Такое положение приведет к усилению ограничений, накладываемых на развитие социума со стороны энергетики. В развивающихся странах интенсивность технологического регулирования будет ниже, чем в развитых странах, но вследствие их технологического отставания они подвергнутся индуктивному воздействию норм и стандартов развитых стран.

В 2010-2050 гг. технологическое развитие энергетики будет инерционным. Несмотря на прогресс всех существующих технологий (повышение КПД, снижение потерь, рост возможных диапазонов применения), качественных изменений в энергетике не произойдет, а именно:

- Энергосбережение носит системный характер и становится главным приоритетом энергетической политики как в производственном, так и в коммунальном секторе. Основная часть прироста энергоэффективности происходит за счет технологического энергосбережения.

- Эффективность аккумуляторов для электромобилей будет возрастать сравнительно медленно; высокие издержки будут сдерживать их распространение, несмотря на масштабное государственное стимулирование. Развитие других альтернативных видов энергии на транспорте, в первую очередь биотоплива, столкнется со сходными трудностями. Работы по использованию водорода не приведут к созданию конкурентоспособных образцов до 2050 года.

- Технологии «активного дома» и особенно «пассивного дома» будут активно использоваться в развитых странах, но высокие издержки будут сдерживать их внедрение и распространение в развивающиеся страны. Технологии «активного дома» к 2030 г. выходят за стадию экспериментальных работ и начинают постепенно внедряться. К 2050 г. технология «активного дома» становится распространенной, но полностью энергообеспечение за счет собственных ресурсов не обеспечено; можно говорить о строительстве домов с элементами технологии «активного дома». В 2010-2020-е гг. внедряются отдельные элементы технологии энергоэффективного города, а после 2030 г. энергоэффективный город реализован во многих локальных сообществах с постиндустриальной экономикой, преимущественно в развитых странах.

- В структуре электроэнергетических систем не произойдет качественных изменений. Будут внедрены элементы «умных» сетей, но не будут созданы эффективные технологии управления конечным потреблением энергии, технологии накопления электроэнергии в энергосистеме, технологии передачи электроэнергии на большие расстояния.

- Издержки возобновляемой энергетики будут снижаться сравнительно медленно (особенно солнечной энергетики), что будет сдерживать их внедрение, несмотря на активное государственное стимулирование.

- В атомной энергетике не получают распространения реакторы на быстрых нейтронах и не будет создан замкнутый ядерный топливный цикл.

- Будут использоваться различные виды биомассы и биотоплива. К 2050 г. мировая энергетика будет более разнообразной по используемым источникам энергии и технологической структуре, особенно в развитых странах.

В стагнационном сценарии снижение издержек в топливной энергетике практически прекращается из-за ужесточения ограничений на выбросы CO_2 , требующих перехода на «чистый уголь», и использования более дорогостоящего оборудования, а также из-за снижения вложений в развитие этих технологий. В атомной энергетике издержки не только не снижают-

ся, но даже растут из-за ужесточения мер безопасности и правил работы с радиоактивными отходами и отработанным ядерным топливом. В возобновляемой энергетике издержки снижаются несколько быстрее, чем в инерционном сценарии. В результате к 2030 г. возобновляемая энергетика приближается к конкурентоспособному уровню, а к 2050 г. достигает его. Это происходит не только за счет ее удешевления, но и за счет удорожания других видов энергетики.

Политические и регулятивные аспекты конечного энергопотребления

Помимо стандартов качества энергопотребления зданий и сооружений, промышленного оборудования и бытовых приборов, а также моторного топлива (сравнительно легко формализуемых, измеряемых и внедряемых) в развитых странах возникнут стандарты производственных и социальных практик. Так, будут приняты меры экономического воздействия или прямые ограничения на виды деятельности, признанные энергорасточительными. В коммерческой сфере они могут быть введены в рекламной отрасли и индустрии развлечений, в коммунальной сфере – в нормах энергоснабжения, могут быть наложены ограничения на избыточное частное потребление энергии.

В стагнационном сценарии значительный рост покажет сегмент энергосервисных компаний. К 2020 г. объем рынка как в США, так и в ЕС вырастет до 30 млрд долл., а к 2030 г. – до 80 млрд долл. (2010 г. – по 5 млрд долл.). Развитие энергосервисных компаний приведет к сдвигу от рынка энергетических товаров к рынку энергетических услуг и переместит центр ценообразования от товарных рынков сырья к рынку конечных услуг энергообеспечения. Это вызовет отход от биржевого ценообразования и снижение роли финансовых факторов, несмотря на либерализацию практически всех сегментов энергетического рынка, а также превращение энергетического рынка в сервисный рынок (по аналогии с коммунальными услугами и услугами связи). Тем не менее сильное технологическое и институциональное регулирование, а также сравнительно медленный технологический прогресс приведут к закреплению высокого уровня цен на конечные энергетические товары и услуги при сравнительно низких ценах на энергетическое сырье.

Роль косвенного государственного регулирования в стагнационном сценарии резко возрастет по сравнению с современным уровнем, несмотря на сокращение прямого государственного участия в энергетике. Регулирование будет осуществляться по двум важнейшим направлениям: 1) *технологическая политика с экологическим акцентом (повышение энергетической эффективности, снижение выбросов CO₂, развитие ВИЭ)*, 2) *регулирование энергетических рынков*. Главной целью этой политики будет не столько обе-

спечение энергетической безопасности, сколько создание механизма управления развитием.

В результате *технологической политики* сформируется, по сути, искусственная система цен в энергетике, когда уровень цен зависит не столько от уровня издержек, спроса и предложения, сколько от позиции регулирующих организаций по отношению к тому или иному виду энергоносителей (квоты, штрафы, плата за выбросы, субсидии и т.п.). В результате *регулирования энергетических рынков* возникнут искусственные рынки выбросов CO₂ и других загрязняющих веществ.

Технологическое регулирование перейдет от регулирования конечных продуктов (стандарты качества моторного топлива и пр.) и конечных эффектов (выбросы CO₂) к регулированию самой технологической базы энергетики – применяемых в ней технологий. Будут введены обязательные требования к КПД и удельному потреблению топлива электростанциями, требования к экологическим стандартам при добыче ТЭР (сжигание попутного нефтяного газа, нарушение земель при добыче, энергоемкость процессов добычи и т.п.). Сложатся целые сегменты энергетического рынка, ориентированные исключительно на удовлетворение экологических требований (использование технологии улавливания и захоронения углерода – CCS).

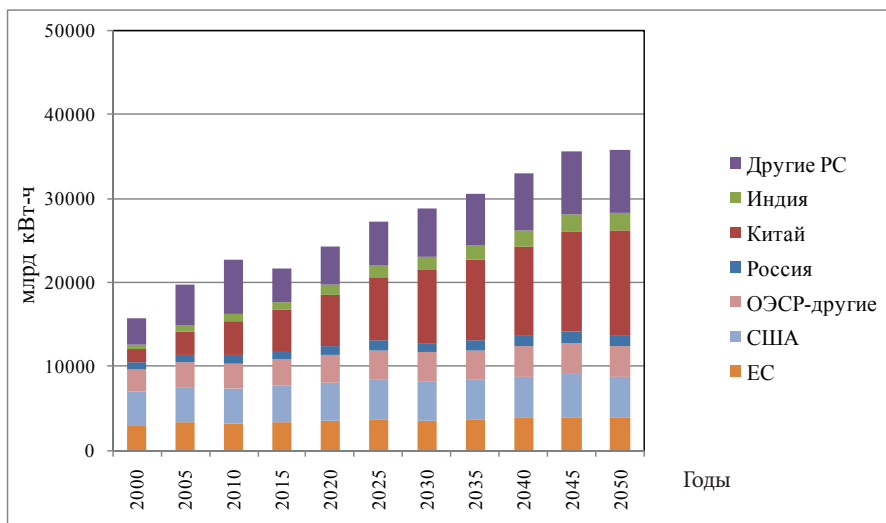
Кроме государственного регулирования, существенную роль в регулировании будут играть саморегулируемые и общественные организации. Саморегулируемые организации станут главными агентами технологической политики в сфере конечного потребления энергии (в строительстве энергоэффективных зданий, в повышении энергоэффективности оборудования и устройств и т.п.), могут взять на себя функции регулирования рынков. Общественные организации, в первую очередь экологические, станут в стабилизационно-стагнационном сценарии важнейшим фактором развития энергетики через институты публичных слушаний по важнейшим энергетическим проектам и общественной экспертизы ключевых законопроектов в энерго-экологической сфере, а также деятельность политических партий и участие в выборах.

8.2. Электроэнергетика

Динамика электроэнергетики в 2010-2050 гг. в стагнационном сценарии будет определяться тремя процессами: 1) сдвигом электроэнергетики в развивающиеся страны, 2) опережающим количественным ростом мировой энергетики, 3) адаптацией энергосистем к новым условиям с высокой долей возобновляемой энергетики.

Сдвиг электроэнергетики в развивающиеся страны

К 2030 г. мировое потребление электроэнергии достигает 29,3 трлн кВт•ч, а в 2050 г. – 36,4 трлн кВт•ч по сравнению с 20,3 трлн кВт•ч в 2010 г. (рис. 8.2).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.2. Потребление электроэнергии в 2000-2050 гг.

Доля электроэнергии в мировом конечном потреблении в стагнационном сценарии к 2030 г. достигает 25,5% (2010 г. – 21,7%), а к 2050 г. – 30,5%. В развитых и развивающихся странах эти показатели к 2030 г. оказываются одинаковыми (2010 г. – 26,3 и 18,8% соответственно). В стагнационном сценарии рост мировой электроэнергетики будет таким, как и в инерционном сценарии. Понижение темпов роста экономики и повышение темпов энергосбережения будут компенсированы ускоренной электрификацией, в частности использованием электроэнергии на автотранспорте (до 6000 млрд кВт•ч к 2050 г.).

Доля развивающихся стран в мировом потреблении электроэнергии вырастет с 44% в 2010 г. до 56% в 2030 г. и 61% в 2050 г. (в основном за счет Китая). К 2030 г. душевое потребление электроэнергии в развивающихся странах достигнет 2800 кВт•ч, или 25% от уровня развитых стран, а к 2050 г. – 3400 кВт•ч.

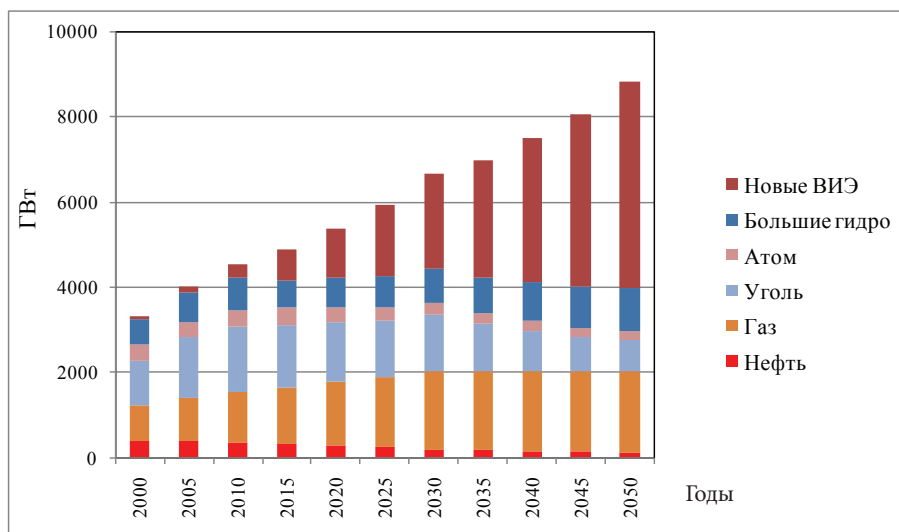
Производство электроэнергии на газовых электростанциях к 2030 г. вырастет в 1,65 раза и составит 29,0% общего производства электроэнергии, производство электроэнергии ВИЭ – в 13,1 раза до 26,0% (без гидроэнергетики). При этом производство электроэнергии на атомных электростанци-

ях упадет на 18%, на угольных электростанциях – на 11 до 20,5%, на мазутных электростанциях – на 51 до 2,7%.

Опережающий рост мировой электроэнергетики

Опережающий рост мировой электроэнергетики по отношению к другим отраслям энергетики потребует резкого роста генерирующих и сетевых мощностей, а также радикального увеличения инвестиций. При этом большая часть прироста потребления, мощностей и инвестиций будет сосредоточена в развивающихся странах, особенно в Китае и Индии.

В стагнационном сценарии мировые генерирующие мощности достигнут 6659 ГВт в 2030 г. и 8844 ГВт в 2050 г. по сравнению с 4570 ГВт в 2010 г. (рис. 8.3). В структуре прироста мощностей до 2030 г. будут доминировать ВИЭ и газовые энергоблоки (1885 ГВт и 690 ГВт), а после 2030 г. – ВИЭ (2640 ГВт).



Источник: расчеты ИЭС.

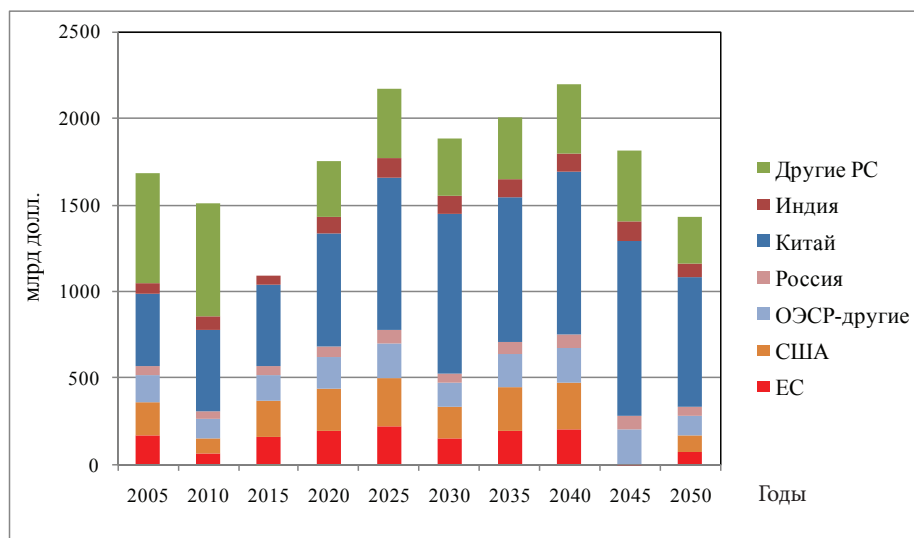
Рис. 8.3. Генерирующие мощности электроэнергетики в 2000-2050 гг.

Мощности других типов электростанций будут сокращаться. Несмотря на существенно более низкие объемы потребления электроэнергии, прирост мощностей в стагнационном сценарии будет больше из-за резкого роста доли ВИЭ, характеризующихся низким коэффициентом использования установленных мощностей (КИУМ). КИУМ электростанций на ВИЭ не превышает 40%, в то время как для атомных энергоблоков характерны

значения 70% и более (при оптимальном использовании – более 90%), для угольных и газовых – 60-80%.

До 75% прироста мощностей будет сосредоточено в развивающихся странах, в первую очередь в Китае (53%). Именно за счет этих стран будет обеспечена основная часть прироста мощностей угольной, газовой и атомной энергетики до 2030 г., а также значительная часть прироста мощностей ВИЭ. В развитых странах прирост мощностей будет минимальным; при этом будет происходить массированный процесс вывода мощностей топливной энергетики по завершении проектных сроков эксплуатации с заменой этих мощностей возобновляемой энергетикой.

Для создания указанных генерирующих мощностей потребуются инвестиции в объеме до 5700 млрд долл. за 2010-2030 гг. и 4700 млрд за 2030-2050 гг. (в ценах 2010 г.), что соответствует уровню в 285 и 235 млрд долл. в год соответственно (рис. 8.4). Для сравнения ежегодный уровень инвестиций в 2000-е гг. составлял 270 млрд долларов. При этом в сетевое хозяйство необходимо будет вложить до 40% от указанной суммы, или более 100 млрд долл. в год. До 60% инвестиций будет сосредоточено в развивающихся странах, особенно в Китае (40%).



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.4. Инвестиции в развитие мировой электроэнергетики в 2005-2050 гг.

В стагнационном сценарии высокий уровень инвестиций обусловлен форсированным развитием возобновляемой энергетики и высокими эко-

логическими ограничениями электроэнергии при инерционном характере технологического развития, который препятствует быстрому снижению издержек в возобновляемой и атомной энергетике. Сокращение издержек в возобновляемой энергетике будет сравнительно медленным, а в топливной и атомной энергетике они практически не изменятся. Как следствие, экономические ограничения будут сдерживать развитие как возобновляемой, так и атомной энергетике.

Технологические изменения в электроэнергетике

В стагнационном сценарии качественные характеристики электроэнергетических систем будут меняться быстрее, чем в инерционном сценарии, в силу экологических ограничений развития мировой энергетики и интенсивного государственного регулирования.

В стагнационном сценарии будут реализованы основные элементы «умных» сетей, относящиеся к управлению сетевыми и генерирующими мощностями. Распространятся технологии управления конечным потреблением электроэнергии и методы регулирования профиля нагрузки на электроэнергетические системы, что позволит интегрировать в энергосистемы распределенную генерацию и возобновляемые источники энергии с нестабильной выработкой.

Уровень потерь при транспортировке электроэнергии незначительно снижается по сравнению с современным уровнем. Интеграции электроэнергетических систем крупных регионов мира не произойдет. Международная торговля электроэнергией будет сосредоточена в Европе, а также на отдельных двусторонних связях (США – Канада, Россия и сопредельные страны, Китай и сопредельные страны). К 2030 г. объем торговли может вырасти до 1500 млрд кВт•ч, преимущественно за счет Китая, а к 2050 г. – до 3000 млрд кВт•ч.

Для интеграции нестабильных источников энергии (ВИЭ, распределенная когенерация) в энергосистемы будут использоваться косвенные способы накопления электроэнергии на уровне энергосистемы путем создания гидроаккумулирующих электростанций, маховых накопителей и пр. После 2030 г. возможно также использование технологической схемы с получением водорода как накопителя энергии за счет электроэнергии ВИЭ с его последующим сжиганием.

Экономическая структура электроэнергетики и государственное регулирование

Главным фактором изменения корпоративной структуры к 2030 г. станет в стагнационном сценарии развитие распределенной генерации. На первом этапе (до 2020 г.) воздействие распределенной генерации будет ограничено

учетом выданной в сеть энергии в рамках отношений конечного потребителя с розничной электроэнергетической компанией. В ближайшие годы в европейских странах и США розничные компании будут законодательно обязаны оплачивать (в денежной форме или в форме взаимозачета) полученную от распределенной генерации энергию.

На втором этапе (после 2030 г.) по мере роста объемов распределенной генерации (до 10% общей мощности энергосистемы) начнутся глубокие корпоративные изменения в отрасли. Розничные сбытовые компании станут одновременно и генерирующими (в отдельные периоды времени или сезоны года). Генерирующие компании столкнутся с возросшей конкуренцией и будут вынуждены активно бороться за оставшихся потребителей централизованной энергетики и предлагать распределенным потребителям выгодные условия работы. По мере роста сложности энергосистемы резко возрастет роль сетевых компаний и системного оператора. К 2030 г. большая часть прибыли сетевых компаний будет приходиться не на транспорт электроэнергии как таковой, а на управление потоками энергии. Возникнут специализированные сервисные и управляющие компании. Владельцы установок распределительной генерации для защиты своих интересов создадут специальные организации (скорее всего, не коммерческие фирмы, а ассоциации или кооперативы) и будут добиваться наиболее выгодных условий оплаты в увязке с ценами потребленной ими электроэнергии.

В развивающихся странах указанные процессы будут идти намного медленнее, чем в развитых странах, поскольку к 2030 г. будет доминировать централизованная генерация. Поскольку в этих странах к 2030 г. не будет либерализованных рынков электроэнергии, то проблема оплаты для распределенной генерации будет решена административным путем. После 2030 г. по мере формирования электроэнергетических рынков и распределенной генерации ситуация начнет медленно изменяться.

Основными направлениями государственного регулирования электроэнергетики будут: 1) технологическое регулирование, 2) регулирование энергетических рынков.

Технологическое регулирование в стагнационном сценарии будет весьма сильным в силу приоритетов энергосбережения и развития возобновляемой энергетики. Основными мероприятиями технологического регулирования станут введение стандартов работы энергосистем в развитых странах с элементами технологии «умных» сетей, адаптация энергосистем к использованию распределенной генерации и ВИЭ, а также воздействие климатической политики в виде системы квот и платы за выбросы CO₂. Регулирование энергетических рынков будет ориентировано на решение этих же проблем.

Резюме

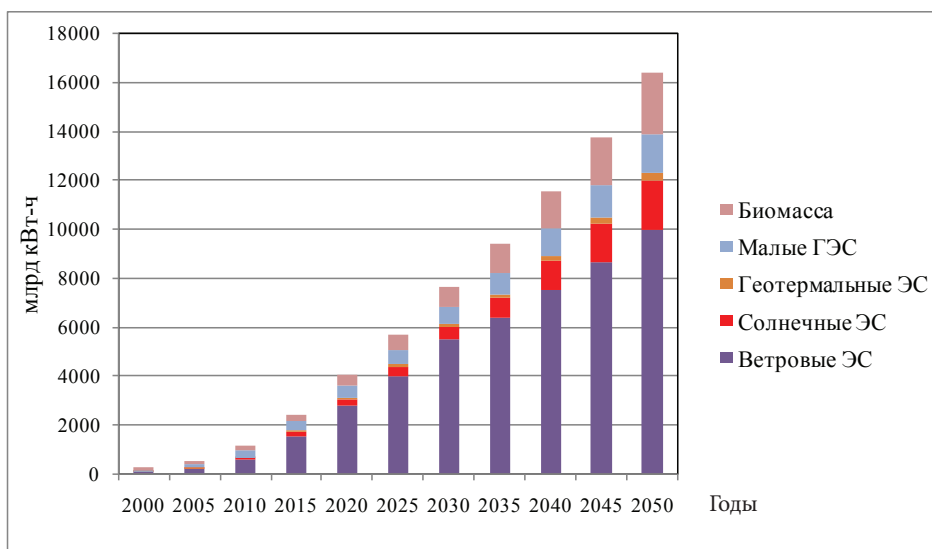
Электроэнергетика в стагнационном сценарии будет адаптироваться к развитию возобновляемой энергетики, распределенной генерации и экологическим ограничениям, что снизит темпы ее роста и потребует ряда качественных изменений в структуре энергосистем.

8.3. Возобновляемые источники энергии

В стагнационном сценарии экономическая привлекательность ВИЭ возрастает не столько за счет снижения собственных издержек, сколько в связи с введениями ограничений на выбросы CO₂, что повышает издержки топливной энергетики.

Производство первичной энергии ВИЭ

Производство первичной энергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 7 раз и достигнет 1471 млн т н.э., а к 2050 г. – 3019 млн т н.э. (без учета биомассы, которая составит до 600 млн т н.э., а также не включая большую гидроэнергетику, которая составит 775 млн т н.э. в 2030 г. и 825 млн т н.э. в 2050 г.).



Источник: расчеты ИЭС.

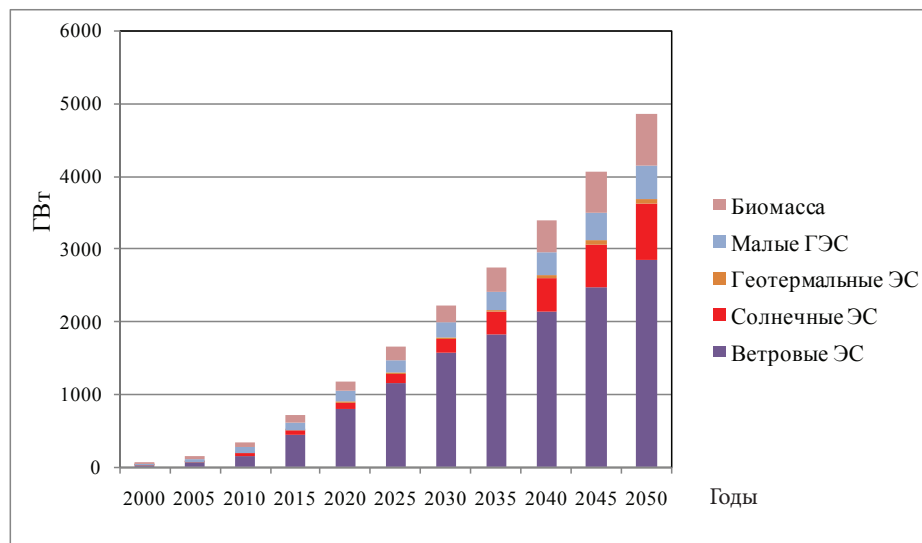
Рис. 8.5. Динамика выработки электроэнергии ВИЭ в 2000-2050 гг.

При этом в структуре потребления биомассы произойдет сдвиг от традиционных видов (солома, дрова и пр.) к современным способам потребления биомассы (в электро- и теплоэнергетике). Роль ВИЭ будет максимальной в производстве электроэнергии и в развитых странах. Производство электроэнергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 6 раз и достигнет 7620 млрд кВт•ч, а к 2050 г. – 16 400 млрд кВт•ч (рис. 8.5). Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире возрастет с 2,6% в 2010 г. до 26,2% в 2030 г. и 45,3% в 2050 г. (без учета большой гидроэнергетики, но с учетом биомассы).

В структуре возобновляемой электроэнергетики и в 2030 г., и в 2050 г., как и в настоящее время, будет доминировать ветровая энергетика (около 60-70%), поскольку другие виды ВИЭ будут ориентированы на производство тепловой энергии. В развитых странах возобновляемая энергетика составит до 60% производства электроэнергии к 2050 г. (к 2030 г. – до 30%), в развивающихся – 38% к 2050 г. (в Китае – 22% в 2030 г. и 36% в 2050 г.).

Технологическая структура ВИЭ

В стагнационном сценарии к 2030 г. мощности ВИЭ вырастут в 6,3 раза и достигнут 2215 ГВт (33,4,2% всех мощностей электроэнергетики), к 2050 г. – 4854 ГВт, или 55,1% всех мощностей электроэнергетики (рис. 8.6).



Источник: расчеты ИЭС.

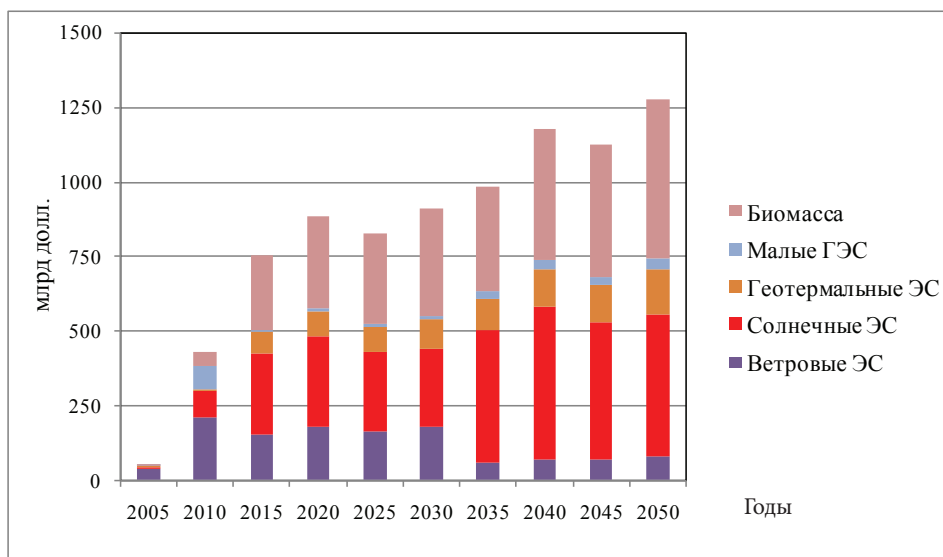
Рис. 8.6. Динамика мощности возобновляемой электроэнергетики в 2000-2050 гг.

Доля возобновляемой энергетики в приросте генерирующих мощностей в развитых странах составит более 100% за счет вывода угольных и атомных мощностей при росте мощности газовых энергоблоков (в 2006-2010 гг. – до 40%), а в мире в целом – до 100% (по той же причине). ВИЭ получают сопоставимое распространение как в развитых, так и в развивающихся странах.

В структуре возобновляемой энергетики в 2030 г. будет преобладать ветровая энергетика (72%), но к 2050 г. ее доля снизится до 60% за счет опережающего роста производства электроэнергии из биомассы и солнечной энергетики. К 2050 г. солнечная энергетика будет коммерчески эффективна не только для производства тепла, но и для производства электроэнергии. Резко расширится ниша малой гидроэнергетики, геотермальной энергии и использования биомассы (последние два вида – как для производства тепла, так и для производства электроэнергии).

Инвестиции в ВИЭ

За счет быстрого роста вышедших на конкурентный уровень ветровой энергетики, использования биомассы, малой гидроэнергетики возобновляемая энергетика покажет максимальные темпы роста среди всех видов энергетики. После 2030 г. значительный прирост даст солнечная энергетика.



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.7. Инвестиции в возобновляемую энергетику в 2005-2050 гг.

Инвестиции в возобновляемую энергетику составят до 170 млрд долл. в год к 2020-2030 гг. при фактическом уровне 105 млрд долл. в 2010 г., а к 2050 г. – до 200 млрд долл. (рис. 8.7). Инвестиции будут направлены главным образом в солнечную энергетику и электростанции на биомассе (по 40%). Они будут быстро расти при сравнительно высоких удельных издержках в расчете на последующее удешевление, в отличие от ветровой энергетики, где издержки уже достигли достаточно низкого уровня.

В стагнационном сценарии конкурентоспособность ВИЭ возрастает за счет стимулирования со стороны государства и особенно роста издержек в топливной энергетике, связанных с оплатой выбросов CO₂. В результате конкурентоспособными становятся значительно более широкие категории ветровой энергии и биомассы, а также геотермальной энергии. В отдельных регионах солнечная энергетика после 2030 г. приближается к уровню конкурентоспособности. Такое участие ВИЭ потребует комплексной адаптации электроэнергетических систем путем создания «умных» сетей.

Развитие ВИЭ и развитие энергетики

В стагнационном сценарии рост возобновляемой энергетики произойдут консолидация отрасли и формирование крупных компаний в ветровой и солнечной энергетике с глобальным масштабом деятельности. Консолидация охватит преимущественно компании по производству оборудования, в то время как собственно эксплуатация установок ВИЭ будет осуществляться преимущественно электроэнергетическими компаниями или локальными потребителями. Возобновляемая энергетика будет интегрироваться в рынок электроэнергии, но не окажет радикального воздействия на его структуру и динамику. В перспективе роль государственных стимулов развития ВИЭ будет сокращаться по мере перехода отрасли из стадии «молодости» в стадию «зрелости». При этом будет происходить переход от прямого финансирования ВИЭ (субсидии, возврат налогов, гранты, кредиты и пр.) к косвенному институциональному регулированию через правила работы энергосистемы.

Резюме

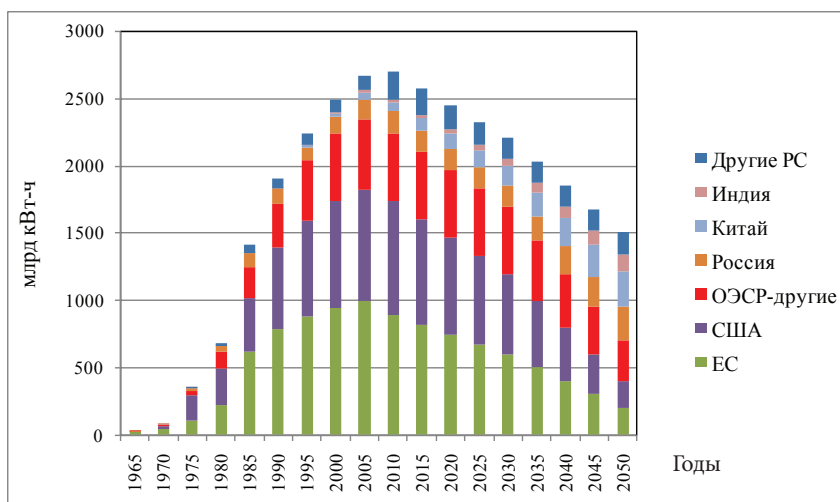
В стагнационном сценарии возобновляемая энергетика будет играть ключевую роль и способствовать значительному снижению потребления угля. Рост доли ВИЭ в производстве электроэнергии и генерирующих мощностях изменит системы управления электроэнергетическими системами. При этом в развивающихся странах роль ВИЭ будет несколько ниже, чем в развитых странах. После 2050 г. процесс экспансии ВИЭ продолжится.

8.4. Атомная отрасль

Развитие атомной энергетики в стагнационном сценарии резко замедлится в силу замедления темпов роста мировой энергетики и экологических ограничений.

Динамика мировой атомной энергетики

В стагнационном сценарии производство электроэнергии атомными электростанциями к 2030 г. снижается до 2205 млрд кВт·ч (17,8% всего производства электроэнергии) по сравнению с 2558 млрд кВт·ч в 2009 г. (7,5%), а к 2050 г. – 1505 млрд кВт·ч (4,1%) (рис. 8.8).

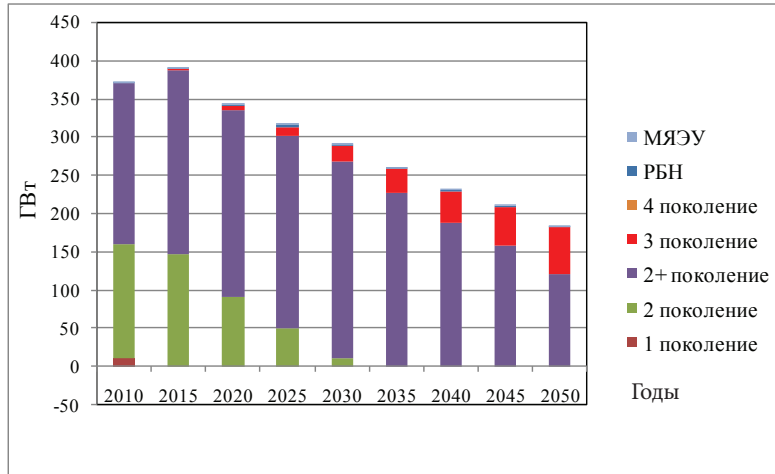


Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

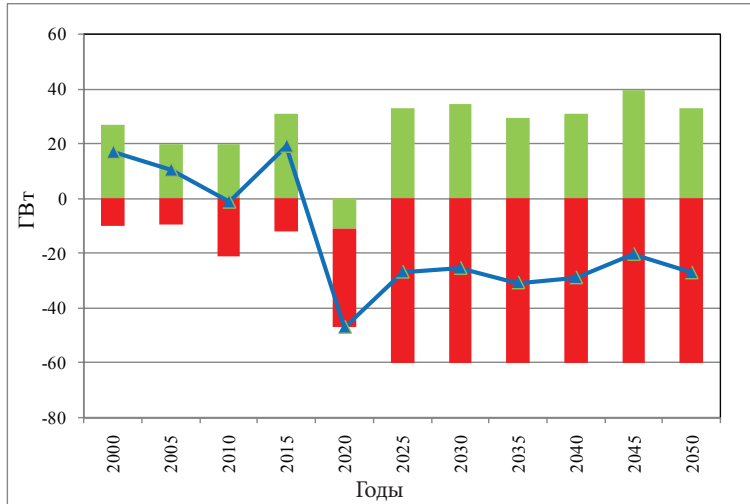
Рис. 8.8. Производство электроэнергии на АЭС в 1965-2050 гг.

Доля атомной энергетики снизится приблизительно в 4 раза, а абсолютный объем выработки – на 40%. Доля развивающихся стран возрастет с 7,3% в 2010 г. до 12,7% в 2030 г. и 28,6% в 2050 году. Доля Китая уже к 2030 г. достигнет 6,8%, а к 2050 г. – 17,9%. В рамках стагнационного сценария ожидается прекращение строительства АЭС в развитых странах, что в сочетании с постепенным выводом уже существующих энергоблоков из эксплуатации в проектные сроки приведет к снижению мощностей АЭС. Этот сценарий возможен в случае растущей политической обеспокоенности проблемами радиационной безопасности, но потребует высоких затрат как при выводе АЭС, так и при создании альтернативных мощностей и поэтому маловероятен.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.9. Структура мирового реакторного парка по поколениям реакторов



Примечание. Зеленый – ввод мощностей, красный – вывод мощностей, синий – изменение.

Источник: расчеты ИЭС.

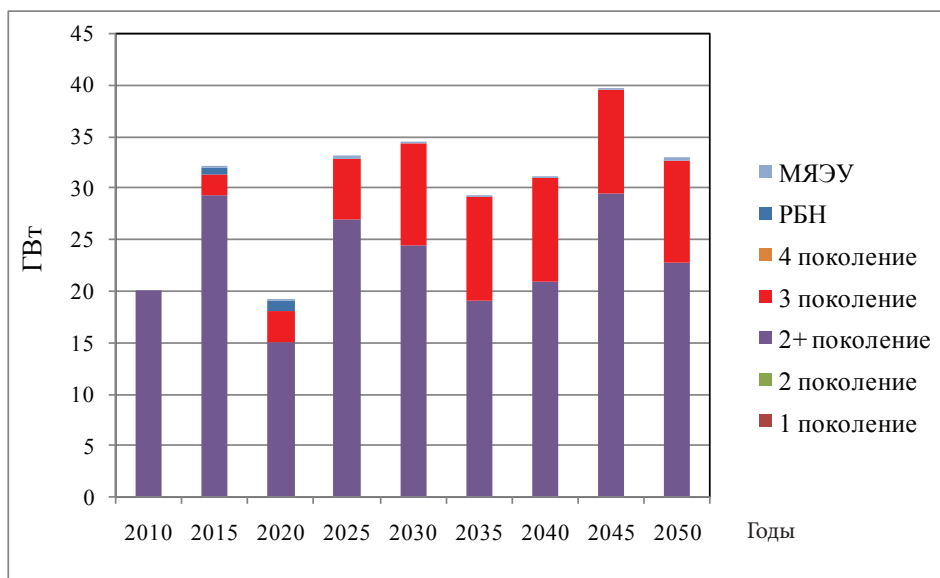
Рис. 8.10. Динамика вводов и выводов мощностей атомных реакторов в 2000-2050 гг.

Мощности АЭС будут снижаться и к 2030 г. составят 291 ГВт по сравнению с 371 ГВт в 2010 г., а к 2050 г. – 185 ГВт (рис. 8.9). Новое строительство АЭС будет сосредоточено исключительно в развивающихся странах.

С учетом вывода мощностей (без продления сроков эксплуатации реакторов – 168 ГВт до 2030 г. и 240 ГВт в 2030-2050 гг.) до 2030 г. будет построено 88 ГВт, а к 2050 г. – еще 133 ГВт (рис. 8.10). Стагнационный сценарий предполагает стабилизацию вводов мощностей на уровне 25-35 ГВт в 2010-2030 гг. (что согласуется с текущими объемами строительства).

Технологические перспективы атомной энергетики

В стагнационном сценарии технологической основой мировой атомной энергетики останутся тепловые реакторы 2-го поколения, включая поколения 2+ и 2++. Развертывание строительства реакторов 3-го поколения будет идти очень медленно в связи со слабыми перспективами роста атомной энергетики, программа строительства реакторов 4-го поколения не будет реализована (рис. 8.11).



Примечание. РБН – реакторы на быстрых нейтронах, МЯЭУ – малые ядерные энергетические установки (менее 100 МВт).

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.11. Структура вводимых мощностей по поколениям реакторов

Реакторы 3-го поколения к 2030-2050 гг. будут составлять около 20% во вводимых мощностях. Как следствие, доля реакторов 3-го поколения в эксплуатируемых мощностях в 2030 г. не превысит 6%, а к 2050 г. – 25% (при снижении абсолютных объемов мощности).

Реакторы на быстрых нейтронах (РБН) и малые ядерные энергетические установки не выйдут за рамки единичных образцов в России, Франции и Индии, а после 2020 г. соответствующие технологические программы будут свернуты. В стагнационном сценарии издержки атомной энергетики возрастут по сравнению с современным уровнем в силу медленного технологического прогресса, высоких требований безопасности и жесткого регулирования. Капитальные затраты на строительство АЭС будут составлять 2400 долл. на 1 кВт мощности.

Проблемы развития атомной энергетики

Вследствие снижения мощностей мировой атомной энергетики при повышении ее эффективности к 2030 г. потребление урана в стагнационном сценарии снизится до 52,1 тыс. т в год, а к 2050 г. – 34,0 тыс. т (2010 г. – 66,5 тыс. т). К 2030 г. добыча урана должна сравняться с годовым объемом потребления. Кумулятивное потребление урана к 2050 г. составит 1920 тыс. т при доказанных запасах в 5500 тыс. тонн. Это приведет к сворачиванию мировой уранодобывающей отрасли. Сложится избыток предложения урана на рынке, несмотря на исчерпание его вторичных источников.

На протяжении прогнозного периода не произойдет существенных изменений рыночной и корпоративной структуры атомной энергетики. Число компаний-операторов АЭС к 2030 г. увеличится незначительно, поскольку не произойдет значимого распространения атомной энергетики по миру, она по-прежнему будет концентрироваться в развитых странах и отдельных лидирующих развивающихся странах (Китай, Индия); в других странах будут только отдельные станции. Производственные мощности по строительству АЭС по-прежнему будут контролироваться США, Японией, Францией и Россией, к которым могут присоединиться Китай и Индия, но в условиях сворачивания атомной энергетики это не будет играть существенной роли.

В стагнационном сценарии проблемы радиационной безопасности будут оказывать значимое воздействие, став одним из мотивов для сворачивания отрасли в развитых странах. В стагнационном сценарии проблемы безопасности будут частично решены за счет перехода к реакторам 3-го и 4-го поколений, но отсутствие реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ядерного топливного цикла не позволит решить проблему отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Напротив, возможность использовать реакторы на быстрых нейтронах для получения высокообогащенного урана путем изменения режима их работы и некоторых технологических измене-

ний (например, это имело место в Индии) будет дополнительным фактором, сдерживающим их распространение.

Рост обеспокоенности проблемой радиоактивных отходов потребует существенно больших затрат на их захоронение, а в отдельных странах может привести к полному сворачиванию атомной энергетики. В стагнационном сценарии прецедент создания ядерного оружия или похищения радиоактивных материалов в результате работы АЭС может дискредитировать отрасль и привести к усилиям для ограничения распространения атомной энергетики, особенно в маргинальных в мировой политике странах.

Резюме

В стагнационном сценарии происходит медленное сворачивание атомной энергетики в силу технологических проблем отрасли, политических и экологических ограничений и отсутствия условий для соответствующих инвестиций. Атомная энергетика останется на современном уровне развития с преобладанием тепловых реакторов, а переход к реакторам 3-го поколения не приводит к существенному повышению ее места в энергосистеме.

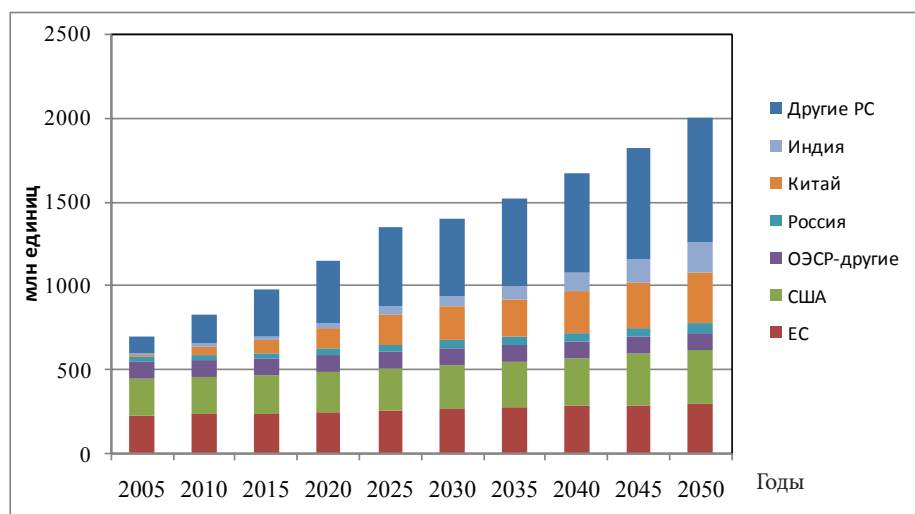
8.5. Нефтяная отрасль

Главным фактором развития нефтяной отрасли в стагнационном сценарии будет рост спроса в развивающихся странах из-за индустриализации, урбанизации и автомобилизации, сдерживаемый ограничениями на выбросы парниковых газов.

Транспортный сектор

Мировой автопарк возрастет к 2030 г. до 1400 млн (2010 г. – 825 млн), а к 2050 г. – до 2000 млн; 90% прироста придется на развивающиеся страны. Темпы роста автопарка будут существенно ниже инерционного сценария в силу меньших темпов экономического роста и сдвига в сторону нематериальных ценностей. Уровень автомобилизации в развивающихся странах достигнет 114 автомобилей на 1000 жителей к 2030 г. и 165 автомобилей на 1000 жителей к 2050 г. (2010 г. – 52 автомобиля). Особенно значимым будет рост автопарка в Китае с 53 млн в 2010 г. до 200 млн в 2030 г. и 300 млн в 2050 году.

Структура производства автомобилей и мирового автопарка к 2050 г. претерпит существенные изменения (рис. 8.12). Главным трендом будет развитие всех существующих альтернатив нефтепродуктам и двигателю внутреннего сгорания, особенно гибридных автомобилей.



Примечание. РС – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

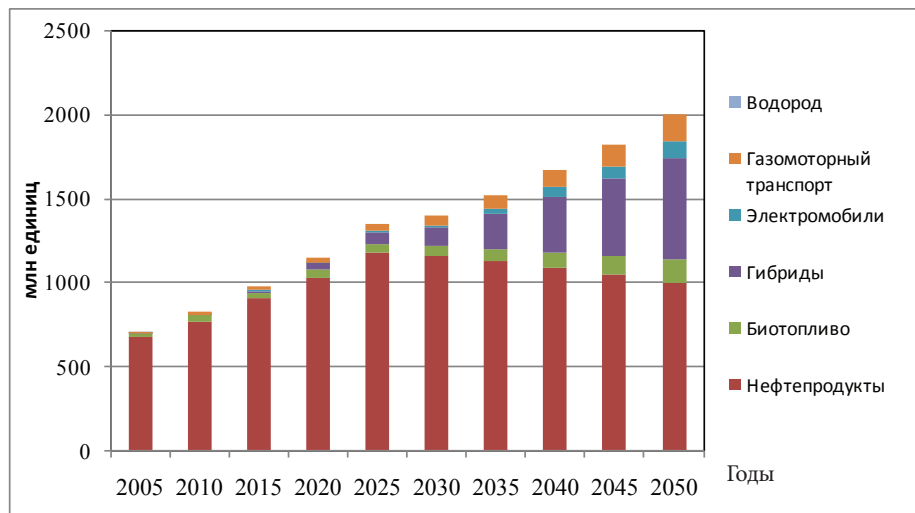
Рис. 8.12. Динамика мирового автопарка в 2005-2050 гг.

Парк электромобилей и гибридов к 2030 г. возрастет в 80 раз по сравнению с уровнем 2010 г. и достигнет 8% мирового автопарка, а к 2050 г. – еще в 5,4 раза до 20%. Гибридные автомобили к 2030 г. составят 11% мирового выпуска автомобилей, к 2050 г. – 52%. Электромобили, несмотря на сохраняющиеся ограничения на мощность электродвигателей, запас хода и скоростные характеристики, будут быстро распространяться, особенно в крупных городах. Этот процесс будет идти при масштабной государственной поддержке, особенно для создания инфраструктуры. При этом собственно электромобили получают ограниченное распространение. К 2050 г. их доля в составе автопарка не превысит 5%, в производстве – 9%.

Производство биотоплива возрастет к 2030 г. в 3,5 раза по сравнению с уровнем 2010 г. и достигнет 6% мирового рынка моторного топлива, а к 2050 г. – еще в 3 раза до 14%. Произойдет переход от биотоплива 1-го поколения (на основе сельскохозяйственных культур) к биотопливу 2-го поколения (на основе целлюлозы и растительных отходов). Особенно значимым производством биотоплива будет в США (30% мирового рынка) и Европе (30%), а также в Китае (25%) и Латинской Америке. В этих регионах оно будет занимать до 25-30% рынка моторного топлива.

Парк газомоторного транспорта возрастет к 2030 г. в 3,6 раза (рис. 8.13). Природный газ составит до 5% мирового рынка моторного топлива, а к 2050 г. – до 8%. В регионах с избыточными газовыми ресурсами (Ближний

Восток, Россия) газомоторный транспорт может занять до 25% рынка моторного топлива (и, соответственно, автопарка).



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.13. Структура потребления топлива на транспорте в 2005-2050 гг.

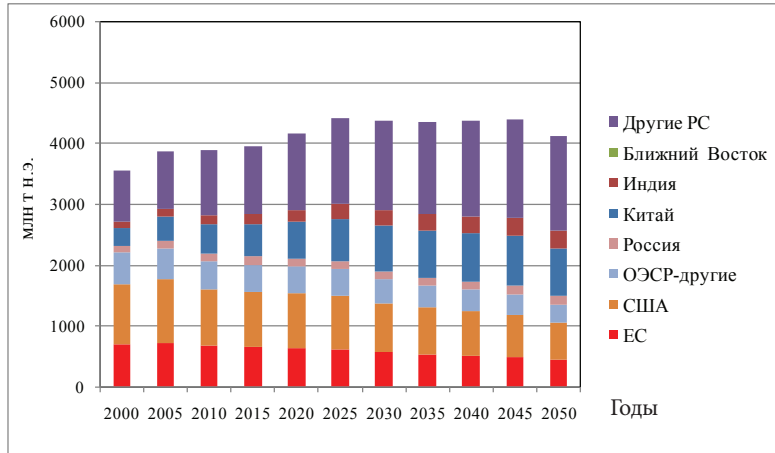
Тем не менее такой рост до 2030 г. не сможет полностью компенсировать быстрый рост мирового автомобильного парка. Мировой парк автомобилей с двигателем внутреннего сгорания возрастет к 2030 г. до 1162 млн (2010 г. – 773 млн). Только к 2050 г. ожидается снижение мирового автопарка до 1000 миллионов. Таким образом, спрос на нефтепродукты в транспортном секторе к 2030 г. возрастет на 10% (с 2031 до 2365 млн т н.э.), но к 2050 г. упадет до 1800 млн тонн. Помимо развития альтернативных видов транспорта важную роль будет играть повышение энергетической эффективности двигателя внутреннего сгорания и других технических систем автомобиля.

Доля нефтепродуктов в энергообеспечении транспорта снизится с 96% в настоящее время до 87% в 2030 г. и 56% в 2050 году. В стагнационном сценарии формируется сложная структура энергопотребления на транспорте без преобладания одного вида топлива, альтернативного нефтепродуктам.

Особенно значимыми альтернативные виды транспорта будут в городском легковом автомобильном транспорте и городском пассажирском транспорте. Морской, воздушный, грузовой автомобильный транспорт по-прежнему будут потреблять практически исключительно нефтепродукты.

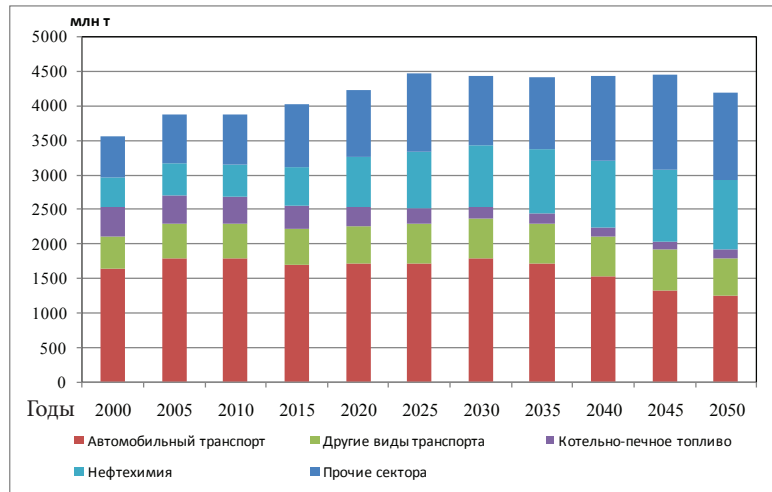
Динамика спроса на нефть

В стагнационном сценарии мировое потребление нефти к 2030 г. возрастет до 4441 млн т н.э., или на 15%, а к 2050 г. снизится до 4188 млн т н.э. (рис. 8.14). Во всех сценариях будет происходить сдвиг потребления нефти в развивающиеся страны.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.14. Динамика мирового потребления нефти в 2000-2050 гг.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.15. Структура потребления нефти в 2000-2050 гг.

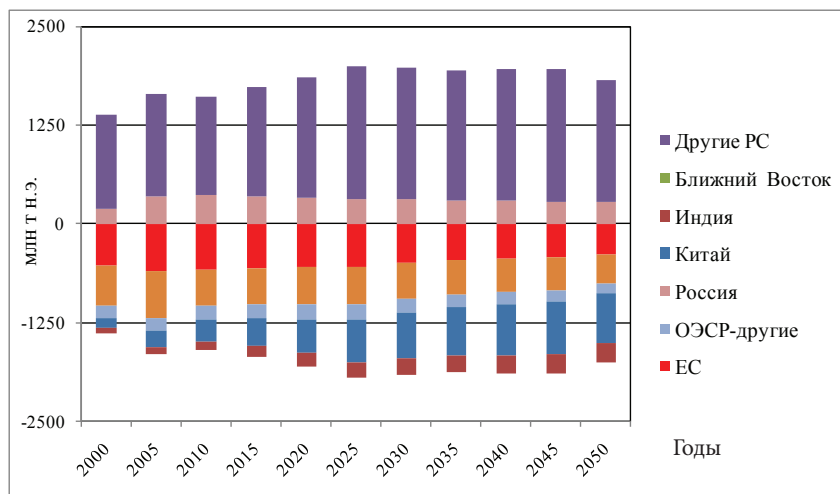
Если в 2010 г. на развивающиеся страны приходилось только 43% потребления нефти (1980 г. – 21%, 2000 г. – 34%), то к 2030 г. оно составит 56%, а к 2050 г. – 63%. При этом к 2050 г. по сравнению с 2010 г. потребление в развитых странах снизится на 15%, а в развивающихся – возрастет на 48%.

Важным фактором роста потребления нефти будет автомобилизация в развивающихся странах. Тем не менее благодаря быстрому росту альтернативных нефтепродуктов видов энергоснабжения транспорта рост будет более медленным, чем в инерционном сценарии.

Доля транспортного сектора в потреблении нефти к 2030 г. будет оставаться стабильной на уровне 52-54% при снижении потребления нефти в электроэнергетике и тепловой энергетике и быстром росте потребления в нефтехимии. Структура потребления нефти до 2050 г. представлена на рис. 8.15.

Политические риски в нефтяной отрасли

В стагнационном сценарии политические риски мировой нефтяной промышленности будут расти, хотя и не столь быстро, как в инерционном сценарии. К 2030 г. доля международной торговли увеличится до 70%, а межрегиональной – до 50%, после чего оба показателя стабилизируются на достигнутом высоком уровне. Динамика межрегиональных поставок нефти до 2050 г. представлена на рис. 8.16. Доля ОПЕК также стабилизируется после 2030 г., что будет фундаментальной предпосылкой устойчивости мирового нефтяного рынка.



Примечание. PC – развивающиеся страны.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.16. Межрегиональные поставки нефти в 2000-2050 гг.

Снижение значимости нефтяной отрасли, особенно в энергообеспечении транспорта, снизит значимость перебоев в поставках нефти для развитых стран. Более высокий уровень рисков будет характерен для развивающихся стран в силу менее диверсифицированной структуры поставок и большего значения нефтяной отрасли.

Корпоративная структура нефтяной отрасли

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

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

Переработка нефти. В настоящее время в США независимые нефтеперерабатывающие компании (Valero, Sunoco, Koch, Tesoro и др.) уже контролируют 42% мощности НПЗ. В будущем их роль будет возрастать и к 2030 г. может достичь 80%. К 2030 г. в связи с развитием альтернативных видов топлива, ужесточением экологических требований и усложнением топливного рынка роль ВИНК в нефтепереработке сократится, а независимых компаний – возрастет. По схожим причинам в 1990-е гг. нефтехимический бизнес был в большинстве случаев выведен из состава ВИНК и либо продан, либо превращен в отдельную компанию.

Сервисные компании. К 2030 г. решающую роль в освоении и эксплуатации месторождений будут играть независимые сервисные компании. В США и в меньшей степени в Европе уже существует слой сервисных компаний, которые играют большую роль в разведке, разработке и эксплуатации низкорентабельных и сложных в геологическом отношении месторождений. Общий объем рынка в 2008 г. составил не менее 200 млрд долларов. Уже сейчас независимые сервисные компании составляют конкуренцию для МНК в конкурсах за статус операторов крупных месторождений в развивающихся странах.

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

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

Структура нефтяного рынка и проблемы регулирования отрасли

В стагнационном сценарии объемы добычи нефти несколько ниже, чем в инерционном сценарии, что способствует снижению средних и предельных издержек, поскольку нет необходимости освоения наиболее сложных запасов. В то же время растущие экологические ограничения приведут к росту издержек. Средние и предельные уровни издержек будут расти по сравнению с современным уровнем, хотя и не так быстро, как в инерционном сценарии. «Замыкающая цена» составит 250 долл. за 1 т, что в 2,5 раза превышает современный уровень. При этом необходимо отметить, что операционные издержки составляют обычно около 50% общих затрат на разработку месторождений. Таким образом, уже к 2030 г. в стагнационном сценарии замыкающая цена составит 80 долл. за баррель. К 2050 г. вследствие роста спроса эта тенденция продолжится, и «замыкающая цена» достигнет 100 долл. за баррель. Рост издержек будет фундаментальной предпосылкой роста цен на нефть.

По прогнозу ИЭС, уровень цен на нефть в стагнационном сценарии будет высоким и весьма волатильным в коридоре 40-80 долл. за баррель в ценах 2010 г. с общей тенденцией к снижению. Постепенное формирование альтернатив нефтепродуктам как топливу на транспорте и, как следствие, снижение динамики спроса будут оказывать негативное воздействие на цены.

Роль биржевой торговли (в настоящее время доминирующей в ценообразовании, но не в реальных поставках) будет снижаться, а ее содержание и регулирование изменятся. В стагнационном сценарии вероятно введение сначала мягких, а затем и весьма жестких механизмов регулирования товарно-фьючерсных энергетических рынков. Ограничения позволят сузить масштаб спе-

кулятивных операций на энергетических рынках и сделают цены менее волатильными и более отражающими фундаментальные реалии рынка.

Несмотря на ограничения операций на биржах, крупнейшие универсальные биржи Intercontinental Exchange (ICE, Лондон) и New York Mercantile Exchange (NYMEX, Нью-Йорк) сохранят свои позиции главных центров ценообразования. На рынке моторного топлива, в частности нефтепродуктов, сложится искусственная система цен, которая будет определяться действующими в данной стране или группе стран технологическими, экологическими и налоговыми нормами.

Регулирование в нефтяной отрасли в стагнационном сценарии будет направлено на обеспечение экологической безопасности. Будут отменены значительные топливные субсидии в развивающихся странах и меры поддержки добычи нетрадиционных видов углеводородов в развитых странах при сохранении высокого уровня налогообложения в нефтяном секторе. В стагнационном сценарии аварии при добыче и транспортировке нефти будут иметь максимальные правовые, экономические и регулятивные последствия. Появление этого дополнительного риска станет важным фактором роста прямых и косвенных издержек и рисков.

Резюме

Нефтяная отрасль в стагнационном сценарии столкнется с серьезными экологическими вызовами и развитием различных альтернативных видов энергии на транспорте. В сочетании с ростом издержек и снижением цен из-за смены модели ценообразования это обусловит постепенное снижение ее инвестиционной привлекательности.

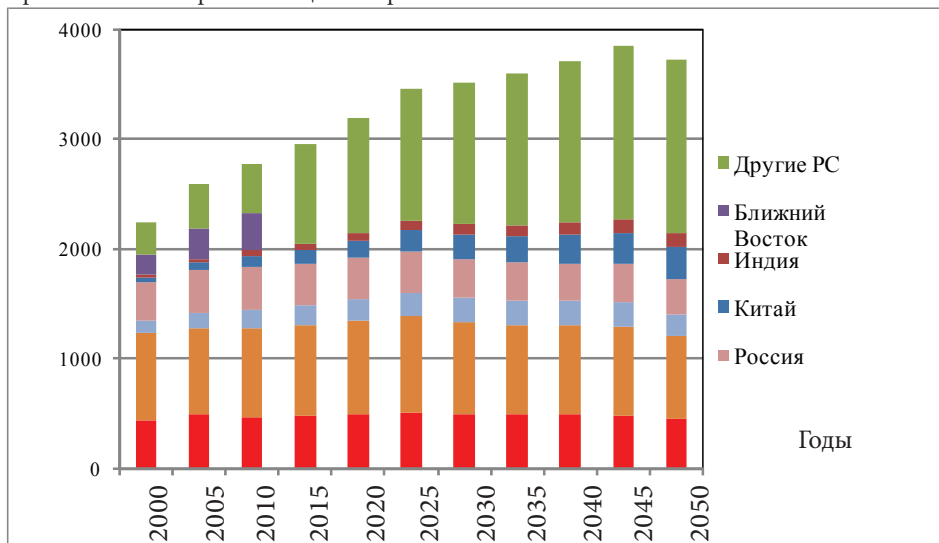
8.6. Газовая отрасль

Газовая отрасль в стагнационном сценарии будет приобретать возрастающее значение среди топливных источников энергии в силу опережающего роста спроса на природный газ, вызванного его высокими потребительскими свойствами, ростом платежеспособности потребителей. В то же время быстрое развитие ВИЭ ограничит потенциал дальнейшего роста отрасли.

Опережающий рост потребления газа и сдвиг потребления в Азию

В стагнационном сценарии мировое потребление природного газа к 2030 г. возрастет до 3670 млрд куб. м. по сравнению с 2448 млрд куб. м в 2010 г., или на 32%, а к 2050 г. – 3866 млрд куб. м, или еще на 7% (рис. 8.17).

Примечание. РС – развивающиеся страны.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.17. Динамика мирового потребления природного газа в 2000-2050 гг.

Произойдет сдвиг потребления природного газа в развивающиеся страны. Если в 2010 г. на развивающиеся страны приходилось только 34% потребления природного газа (1980 г. – 12%, 2000 г. – 25%), то к 2030 г. оно составит 44%, а к 2050 г. – 52%.

Абсолютный объем потребления природного газа в странах ОЭСР, несмотря на спад в ходе кризиса 2008-2009 гг., быстро восстановится и продолжит рост, хотя и меньшими темпами. Рост к 2030 г. по сравнению с 2010 г. составит 8%, но к 2050 г. потребление вернется к уровню 2010 года. Фактором роста будет увеличивающийся спрос на тепловую и электрическую энергию при приоритете природного газа по экологическим и экономическим соображениям.

Потенциал роста спроса в развивающихся странах намного выше. До 2030 г. спрос в стагнационном сценарии увеличится на 71%, а в 2030-2050 гг. – на 25%. Снижение темпов роста связано как с насыщением рынка, так и с ограничениями на поставки и добычу газа.

Тенденции развития газовой отрасли

В перспективе, несмотря на технический прогресс, **уровень издержек** в целом будет возрастать. При характерном объеме добычи в стагнационном сценарии «закрывающая цена» к 2030 г. составит 160 долл. за 1 тыс. куб. м, а к 2050 г. – 200 долл. за 1 тыс. куб. м. (2010 г. – 100 долл.). Природный газ

будет приоритетным видов топлива, поэтому рост предельных издержек (фундаментальная предпосылка роста цен) не вызовет ограничения спроса. При этом для удовлетворения спроса в некоторых регионах потребуется существенная по объемам добыча нетрадиционных видов природного газа. Она будет быстро расти в США, затем в Китае и в меньшей степени в Европе. К 2030 г. она составит до 15% мировой добычи, или 550 млрд куб. м, а к 2050 г. – 700 млрд куб. м. В США доля нетрадиционных видов газа возрастет до 80%, в ЕС – до 20%, в Китае – до 50%, что будет играть большую роль в поддержании самообеспеченности этих регионов.

Динамика **международной торговли** природным газом в стагнационном сценарии близка к параметрам инерционного сценария. Международная торговля к 2030 г. достигает 60% потребления, абсолютные масштабы международной торговли достигают 2500 млрд куб. метров. С 2030 г. мировая торговля начинает снижаться и в 2050 г. составляет 2000 млрд куб. м, или 40% мирового потребления. Рост значимости международной торговли будет сопровождаться ее концентрацией на уровне межрегиональной торговли и ростом доли стран Ближнего и Среднего Востока в экспорте при снижении роли России. Со стороны импорта произойдет снижение доли ЕС при росте доли Китая. Кроме того, ожидается рост доли СПГ до 55% в международной торговле к 2030 г., а к 2050 г. – 49% по сравнению с 27,5% в 2010 году.

Рост доли международной торговли природным газом и особенно поставок ПГ будет фундаментальной технологической предпосылкой для развития конкуренции «газ-газ». В стагнационном сценарии доля спотовых поставок с конкуренцией «газ-газ» возрастет с 25% в 2010 г. до 50% к 2030 году. Долгосрочные контракты по-прежнему будут занимать значимую часть рынка (40%), но основная их часть (80%) будет привязана к конкурентным ценам на природный газ. Процесс сдвига к конкуренции «газ-газ» в стагнационном сценарии будет идти быстрее, чем в инерционном. После 2030 г. указанные тренды продолжатся.

В стагнационном сценарии консолидация газовой отрасли будет идти менее интенсивно и к 2030 г. не достигнет уровня современной нефтяной промышленности. Возможно формирование нового слоя независимых газовых компаний, эксплуатирующих нетрадиционные виды газовых ресурсов (сланцевый газ, газогидраты и пр.). Газовые компании в наименьшей степени подвергнутся воздействию технологического регулирования. Но в Европе станет обязательным разделение газовых компаний по видам деятельности (добыча – транспорт – сбыт), что окажет глубокое воздействие на отрасль. Исчезнут многоотраслевые европейские энергетические компании, сочетающие в себе газовые, электроэнергетические, коммунальные и другие подразделения.

Геополитические риски в стагнационном сценарии будут умеренными и связаны в основном с потенциальными конфликтами на Ближнем и Среднем Востоке, а также ростом значимости для мировой газовой отрасли

критических точек транзита СПГ – Ормузского пролива, Аденского залива – Красного моря – Суэцкого канала. Значимость военно-политического контроля над этими точками резко возрастет.

8.7. Угольная отрасль

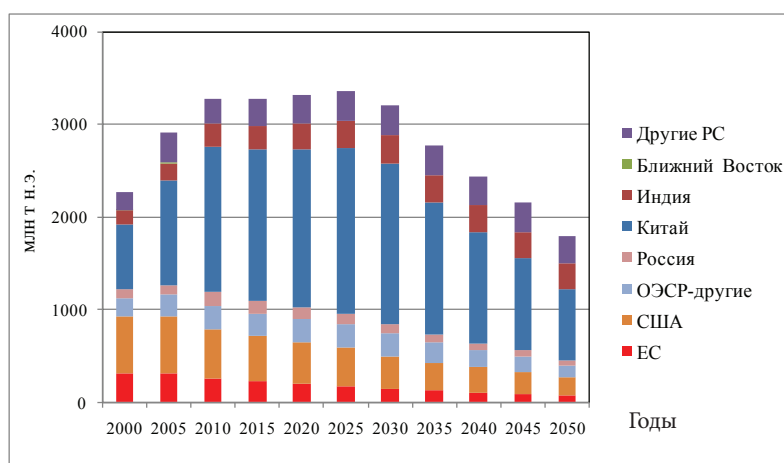
Угольная отрасль в стагнационном сценарии развивается медленно, а после 2030 г. начинает сокращаться вследствие жестких экологических ограничений.

Динамика угольной энергетики

В стагнационном сценарии мировое потребление угля снизится к 2030 г. до 3209 млн т н.э. по сравнению с 3278 млн т н.э. в 2010 г., или на 2%, а к 2050 г. – до 1794 млн т н.э., или на 45% (рис. 8.18).

До 2030 г. спад потребления будет обеспечен за счет развитых стран (спад на 28,5%) при продолжении роста в развивающихся странах (+13%). После 2030 г. спад охватит как развитые, так и развивающиеся страны. Главными факторами развития угольной отрасли в 2010-2050 гг., как и в 2000-е гг., будут Китай и Индия. Доля Китая в мировом потреблении угля возрастет с 48% в 2010 г. до 53% в 2030 г., а затем снизится до 43% в 2050 году.

Ключевой для отрасли перелом трендов в Китае будет обусловлен замедлением роста потребления энергии в Китае, тяжелейшими экологическими проблемами отрасли, повышением доступности других источников энергии по мере роста дохода. В результате после быстрого роста угольной энергетики в 2000-2020 гг. наступает стабилизация, а после 2030 г. – быстрый спад.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 8.18. Мировое потребление угля в 2000-2050 гг.

Проблемы развития угольной отрасли

В стагнационном сценарии международная торговля углем до 2030 г. будет стабильно удерживаться на современном уровне (около 400 млн т н.э.). Этому будет способствовать замедление роста спроса в Китае и Индии, а также спад потребления в ЕС. После 2030 г. начнется быстрое снижение масштабов экспорта по мере снижения потребления угля, которое сделает нерентабельной дальние перевозки. Угольная отрасль будет постепенно сворачиваться в странах и регионах с высокими издержками добычи и наличием альтернативных видов топлива и концентрироваться в странах с наиболее низкими издержками (Австралия, ЮАР, Индонезия и пр.). Концентрация добычи и экспорта в нескольких крупнейших районах дешевой угледобычи будет способствовать консолидации отрасли и сохранению международной торговли. Процессы консолидации на сжимающемся рынке по характеру будут существенно отличаться от консолидации на растущем рынке, как это наблюдается в инерционном сценарии, и будут преследовать целью снижение издержек и выживание бизнеса.

Быстрое сворачивание угольной отрасли под воздействием межтопливной конкуренции и экологических ограничений приведет к тому, что инновационные технологии в угольной электроэнергетике будут внедряться в весьма ограниченных масштабах. Однако на фоне массированного вывода устаревших угольных генерирующих мощностей доля таких новых технологий составит 15% мощностей к 2030 г. и 30% – к 2050 году. В ограниченных масштабах возможно внедрение технологии улавливания и захоронения углерода (CCS), но ее доля не превысит 10% к 2050 г. в силу высоких затрат и низких перспектив в условиях развития ВИЭ.

Капитальные затраты на строительство угольных электростанций из-за необходимости внедрения дорогостоящего оборудования для снижения выбросов возрастут и составят 1300-1600 долл. за 1 кВт. Однако введение платы за выбросы CO₂ подорвет конкурентоспособность угольной энергетики в сочетании с развитием альтернативных видов генерации – газовой и ВИЭ.

Резюме

В стагнационном сценарии угольная отрасль сначала резко снижает темпы роста, а затем и сворачивается, поскольку в условиях постиндустриального развития оказывается неспособной удовлетворить новые особенности спроса (распределенное энергоснабжение, гибкость мощностей и пр.). В сочетании с конкуренцией со стороны других видов энергоносителей и тяжелейшими локальными экологическими последствиями сжигания угля это приведет к тому, что тренд роста угольной энергетики в Китае будет сломлен. Поскольку на Китай приходится до 50% мирового потребления угля, это окажет решающее влияние на динамику отрасли.

8.8. Региональный аспект мировой энергетики

Международная торговля энергоносителями

Международная торговля в стагнационном сценарии будет увеличиваться более низкими темпами, чем в инерционном сценарии (табл. 8.1). Замедленный рост международной торговли объясняется двумя факторами: 1) ускоренным развитием энергосбережения при низких темпах экономического роста, приводящим к снижению спроса на энергию, 2) ростом производства энергии в странах-импортерах за счет возобновляемой энергетики, а также нетрадиционных видов углеводородов. Особенно интенсивно эти два фактора будут действовать в развитых странах.

Так, в стагнационном сценарии потребление нефти в развитых странах до 2020 г. стагнирует, а после 2020 г. начинает сокращаться. Спрос на природный газ растет до 2030 г., но темпы роста будут ниже, чем в 2000-е гг., после 2030 г. стабилизируется. Спрос на уголь сокращается в течение всего периода прогноза. Этому способствует развитие ВИЭ (в Европе), нетрадиционных видов углеводородов (в Северной Америке), атомной энергетики (в Японии и Республике Корея) в электроэнергетике и теплоснабжении, а также появление альтернативных нефтепродуктам видов энергоснабжения транспорта.

Табл. 8.1. Нетто-экспорт (+) и нетто-импорт (-) ТЭР по регионам мира, млн т н.э.

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.
ЕС	-572	-380	-491	-288	-452	-433	-103	-92	-77
США	-459	-366	-450	3	26	35	47	45	7
ОЭСР- другие	-182	-123	-173	-25	-303	-359	-3	36	67
Россия	369	270	310	138	275	305	58	28	45
Китай	-276	-644	-588	-15	-302	-136	-23	-41	-70
Индия	-113	-239	-211	-13	-30	-24	-34	-10	-10
Ближний Восток	820	1100	1200	62	424	387	-90	-60	-40
Другие РС	413	443	366	189	321	139	279	84	-10

Источник: расчеты ИЭС.

В развивающихся странах рост потребления всех видов энергоносителей (кроме угля) продолжается, но существенно меньшими темпами по сравнению с инерционным сценарием. Развитие возобновляемой и атомной энергетики, способных ограничить рост потребления углеводородов,

в этих странах (в первую очередь в Китае и в Индии) будет сдерживаться высокими издержками в первом случае и технологической сложностью – во втором. Развитие угольной энергетики будет ограничено по экологическим соображениям (причем не вследствие ограничений на выбросы CO₂, а вследствие неприемлемого состояния воздуха в крупнейших городах). Кроме того, в этих странах весьма медленно будут распространяться альтернативы моторному топливу. Как следствие, в стагнационном сценарии спрос на природный газ окажется существенно выше, чем в инерционном сценарии, особенно в странах Азии.

Крупнейшим нетто-экспортером энергии в 2010-2050 гг. останется Ближний и Средний Восток, второе место по-прежнему будет занимать Россия. Доля Ближнего и Среднего Востока возрастет как по поставкам нефти (за счет высокой концентрации запасов), так и по поставкам природного газа (за счет опережающего наращивания добычи, запоздавшего относительно России, и роста экспорта СПГ). Среди нетто-импортеров энергии произойдут значительные изменения. Нетто-импорт энергии в Китай вырастет в 2,5 раза (не только за счет нефти, но и за счет природного газа и в меньшей степени угля), что выведет эту страну на второе место в мире после ЕС, опережая США. Сдвиг мирового спроса на углеводороды будет направлен из стран ОЭСР в Восточную, Юго-Восточную и Южную Азию.

Уровень самообеспеченности крупных регионов мира

В стагнационном сценарии в развитых странах уровень самообеспеченности нефтью и природным газом продолжит снижаться (табл. 8.2). В США, Европе и в меньшей степени в других странах ОЭСР рост спроса будет замедленным вследствие: 1) более низких темпов экономического роста, 2) повышения энергетической эффективности, 3) изменения структуры экономики. Между тем в развивающихся странах Азии снижение уровня самообеспеченности продолжится как по углеводородам, так и по энергии в целом.

Таблица 8.2. Уровень самообеспеченности по регионам мира, %

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.
ЕС	14,8	13,5	21,7	37,3	9,3	3,8	60,5	47,1	0,0
США	51,2	54,3	26,9	100,4	103,1	104,7	108,9	110,4	103,7
ОЭСР-другие	60,6	68,8	42,7	85,1	-33,9	-75,2	98,8	112,2	150,9
Россия	395,2	307,6	338,4	135,5	178,1	195,7	169,9	150,8	180,2
Китай	40,6	13,9	26,0	85,0	29,0	54,0	98,5	98,5	90,9
Индия	24,2	9,0	24,3	75,0	68,0	80,9	86,2	97,3	96,3
Ближний Восток	344,0	320,0	340,0	118,0	184,7	164,5	5,3	52,0	50,0
Другие РС	156,2	145,5	134,3	142,6	165,7	117,9	215,3	126,4	95,3

Источник: расчеты ИЭС

Традиционные регионы-импортеры. Несмотря на снижение степени самообеспеченности нефтью и природным газом в связи с неизбежным падением собственной добычи и устойчивым уровнем спроса, относительная значимость нефти и в меньшей степени природного газа в ТЭБ сократится. Это окажет глубокое воздействие на мировой энергетический рынок и политику США и ЕС, резко снизив их заинтересованность в доступе к углеводородным ресурсам Ближнего и Среднего Востока. После 2030 г. в развитых странах ускорится развитие возобновляемой энергетики, что позволит им за счет этого к 2050 г. достичь практически полного самообеспечения энергией. **В традиционных регионах – экспортерах** энергии тенденции энергопотребления будут весьма близки к инерционному сценарию.

Новые регионы-импортеры. Ключевой тенденцией в мировой энергетике в 2010-2030 гг. будет вовлечение в территориальный разрыв между производством и потреблением крупнейших развивающихся стран – Китая и Индии. Уровень самообеспеченности нефтью в Китае уже снизился до 41%, а к 2030 г. составит 14%. В Индии уровень самообеспеченности упадет к 2030 г. с 24 до 9%. Уровень самообеспеченности природным газом в Китае с 2007 по 2030 г. снизится с 95 до 29%, а в Индии – с 75 до 68%. К 2030 г. Китай и Индия будут в значительных масштабах импортировать уголь.

Новая конфигурация международной торговли ТЭР. После 2030 г. указанные тенденции меняются. В Китае, Индии, развитых странах начинается рост уровня самообеспеченности, поскольку в условиях быстрого снижения потребления собственная добыча в состоянии покрыть значительную часть потребностей. После 2030 г. эта тенденция в сочетании с общим снижением значимости топливных ресурсов в энергетике создаст принципиально новую конфигурацию в мировой политике. Проблема энергетической безопасности большинства стран-импортеров будет в значительной степени решена (кроме моторного топлива). Позиции стран – экспортеров углеводородов существенно ослабеют, что может привести к внутривосточной и внешнеполитической нестабильности, особенно на Ближнем Востоке и в странах Центральной Азии. В то же время в уязвимом положении окажутся страны-импортеры, не осуществившие своевременный переход на новый энергетический уклад.

Климатическая проблема в мировой политике

В стагнационном сценарии сохранятся традиционные геополитические проблемы мировой энергетики. Обеспечение безопасности в критических точках мировых энерготранспортных коммуникаций (Ормузский пролив, Аденский залив – Красное море – Суэцкий канал, Малаккский и Зондский проливы и Южно-Китайское море) сохранит свое значение, хотя преимущественно не для поставок нефти, а для поставок сжиженного природного

газа. Особенно важным этот вопрос будет для наиболее зависимых от импорта углеводородов стран Восточной Азии.

Развивающиеся страны будут вынуждены формировать собственную систему ценообразования. До 2020 г. развитые страны продолжают оказывать решающее влияние на положение на мировом энергетическом рынке через регулирование работы ведущих бирж, однако затем азиатские страны создадут собственный механизм ценообразования в виде бирж и прямых долгосрочных контрактов, а также будут принимать меры военно-политического характера для обеспечения своей энергетической безопасности (особенно активен будет Китай). Такое давление со стороны развитых стран станет одной из причин переориентации развивающихся стран на независимые от внешних поставок источники энергии – возобновляемую, атомную и в меньшей степени угольную, которая после 2025 г. может испытать подъем на новой технологической основе.

По мере перехода развитых стран к нетопливной энергетике на первый план будут выходить не противоречия между поставщиками и потребителями, а противоречия между развитыми и развивающимися странами. В стагнационном сценарии климатическая и, шире, экологическая политика станет ключевым фактором мировой политики. Климатическая политика будет распространена не только на собственную территорию развитых стран, но и на другие страны. Главной целью этой политики будет создание механизма управления развитием.

Стагнационный сценарий предполагает принятие к 2012 г. международного соглашения по климатической политике на основе компромисса между развитыми и развивающимися странами. Предпосылкой для компромисса станет необходимость создания новой, более устойчивой модели развития в развивающихся странах, в первую очередь в Китае. Китай и другие азиатские страны могут пойти на соглашение по климату, общие условия которого были обозначены на конференции ООН по климату в Копенгагене в конце 2009 года. Они предполагают принятие ими обязательств по снижению удельных выбросов CO₂ по отношению к ВВП, ограничение абсолютного роста выбросов с переходом в долгосрочной перспективе к его снижению. В обмен развитые страны предоставят значительную финансовую и технологическую помощь через специально созданные институты. Будет создан механизм контроля над исполнением странами взятых на себя обязательств по сокращению выбросов. Он может предусматривать уже-стечение условий финансовой помощи странам, которые не выполняют эти обязательства.

Некоторые развивающиеся страны останутся за рамками глобального соглашения, что приведет к их маргинальному статусу. Возможно, само соглашение первоначально будет подписано не всеми странами – членами ООН, а крупнейшими по объему выбросов развитыми и развивающимися

странами (G-20 или схожая по составу группа), что резко упростило бы решение спорных вопросов.

Подписание нового международного соглашения по изменению климата даст мощный импульс климатической политике на национальном уровне как в развитых, так и в развивающихся странах. Будут складываться национальные и региональные (США, ЕС, в перспективе – Япония, Китай, Россия) рынки выбросов CO₂, которые постепенно станут интегрироваться в единый мировой рынок.

Одновременно с разработкой международного соглашения по ограничению выбросов CO₂ (которое в силу необходимости компромисса с развивающимися странами будет достаточно мягким) развитые страны будут прилагать усилия для распространения национальных стандартов технологической и климатической политики на другие страны. Будут приняты стандарты выбросов CO₂ и других парниковых газов при производстве различных продуктов и в различных технологических процессах, причем действие этих стандартов будет распространено на производство не только на территории развитых стран, но и на импортную продукцию.

Лидерство в этом направлении будет занимать Европейский союз и в меньшей степени США. Распространение технологических стандартов развитых стран на компании из развивающихся стран как форма управления рынком используется Европейским союзом уже сейчас. После 2020 г. оно резко усилится. Иными словами, каждое предприятие, работающее на рынке ЕС, будет обязано доказать регулирующим органам, что при производстве этой продукции не были нарушены стандарты ЕС. Будет создан тонкий механизм управления внешней торговлей. Поскольку технологии, обеспечивающие соблюдение нормативов ЕС (или США), находятся в руках преимущественно европейских компаний, то поставщики будут поставлены в экономическую и технологическую зависимость от Европы.

К 2030 г. вероятно обострение политических разногласий относительно дальнейшего ужесточения климатической политики, поскольку экономически эффективные способы снижения выбросов CO₂ в основном будут использованы, а дальнейший рост затрат для развивающихся стран будет нежелателен. Это потребует новой стадии переговоров по этой проблеме.

Глобальное регулирование энергетических рынков

В стагнационном сценарии эффективное регулирование энергетических рынков потребует передачи части полномочий на международный уровень, что придаст новый импульс развитию Энергетической хартии (принята в 1991 г.) и Договору к ней (1994 г.). На основе этих соглашений может быть принят Мировой энергетический кодекс, который упорядочит политику национальных государств в сфере недропользования, налогообложения энер-

гетики, инвестиционной и торговой политики, а также климатической политики.

Международные соглашения в энергетической сфере позволят поддержать лидерство развитых стран в формировании мировой энергетической политики, но позволят развивающимся странам обеспечить учет своих интересов без прямого конфликта. Но часть стран мира окажется за рамками этой системы, а в ее пределах будут нарастать противоречия между странами с наиболее активной климатической политикой и с менее активной политикой.

Значение традиционных организаций потребителей и производителей – МЭА и особенно ОПЕК – существенно сократится. Падение роли ОПЕК будет связано со снижением роли нефти и формированием новой структуры мировой энергетики. Возрастет роль новых международных организаций, созданных для проведения глобальной климатической политики («Мировой альянс по климату», МАК) и для обеспечения выполнения Мирового энергетического кодекса («Международная энергетическая организация», МЭО). В рамках МАК может возникнуть специальная организация по координации технологической политики, которая станет развитием МЭА с включением в ее состав ключевых развивающихся стран.

К 2030 г. могут быть законодательно ограничены инвестиции в страны с определенной энергетической политикой или инвестиции из этих стран, а также операции компаний, не удовлетворяющих требованиям энергетической политики данной страны. США и особенно ЕС будут вводить такие ограничения в рамках климатической политики. Развивающиеся страны будут вводить ограничения под другими предлогами. После 2030 г. международное регулирование столкнется с острым кризисом и может частично распаться. Но по мере нарастания противоречий в рамках глобальной климатической и энергетической политики может сформироваться две позиции, одна из которых будет ориентироваться на развитые страны, а другая – на Китай, с различными моделями развития энергетики. После 2030 г. эти позиции могут получить организационное оформление.

Резюме

В 2010-2050 гг. положение ведущих стран мира в системе международной торговли энергоносителями существенно изменится в силу снижения значимости топливной энергетики. Это создаст серьезные вызовы для стран – экспортеров углеводородов и потребует глубокой социально-экономической трансформации. Стратегии ведущих стран мира будут менее конкурентными и более ориентированными на сотрудничество, чем в инерционном сценарии, что обусловлено преобладанием глобальных проблем над национальными. После 2030 г. подспудные противоречия относительно принципов регулирования мировых энергетических рынков и кризис в развивающихся странах могут привести к новым конфликтам.

РАЗДЕЛ 9. ИННОВАЦИОННЫЙ СЦЕНАРИЙ

Инновационный сценарий предполагает преодоление кризиса индустриальной фазы (в ее постиндустриальной или неоиндустриальной форме) и кризиса взаимоотношений с окружающей средой на основе перехода к новой фазе развития социума, экономики и энергетики – когнитивной.

9.1. Динамика мировой энергетики

Динамика конечного потребления энергии

Рост населения с 6684 млн в 2010 г. до 7978 млн в 2030 г. и 8554 млн в 2050 г. будет практически полностью сосредоточен в развивающихся странах (средний вариант по сравнению с инерционным и стагнационным сценариями). Мировой ВВП вырастет с 70,3 трлн долл. в 2010 г. до 129,4 трлн долл. в 2030 г. и 244,4 трлн долл. в 2050 г. (максимальный уровень по сравнению с другими сценариями, особенно велика разница в 2050 г.). Темпы роста составят до 2030 г. 3,1% (2,2% – развитые страны, 3,8% – развивающиеся страны), а в 2030-2050 гг. – 3,2% (2,8% – развитые страны, 3,5% – развивающиеся страны). Душевой ВВП в развитых странах к 2030 г. возрастет до 41,0 тыс. долл., а к 2050 г. – до 72,9 тыс. долл. (2010 г. – 29,0 тыс. долл.). В развивающихся странах этот показатель к 2030 г. возрастет до 11,5 тыс. долл., а к 2050 г. – до 20,7 тыс. долл. (2010 г. – 6,6 тыс. долл.). Энергоемкость ВВП будет снижаться до 2030 г. на 1,9% в год в развивающихся странах и 1,0% в год в развитых странах (в 2030-2050 гг. – 2,0 и 1,0% соответственно). Прирост энергоэффективности будет осуществляться как за счет структурных сдвигов в экономике, так и за счет технологических факторов.

Технологический портрет мировой энергетики

В 2010-2050 гг. технологическое развитие энергетики будет неинерционным. Произойдут качественные изменения в технологической основе энергетики, а именно:

- В **сфере конечного потребления** главной тенденцией будет рост доли и значимости энергопотребления, связанного с функционированием информационных сетей, Интернета (или его будущих наследников) и электронных систем. Ключевым требованием к энергетике со стороны социума

станет обеспечение электроэнергией доступа к информационным сетям. Формирование энергоинформационных систем потребует либо создания мощных аккумуляторов, либо обеспечения повсеместного доступа к электроэнергетическим сетям.

- Сформируется высокий спрос на автономные источники энергии. В современном мире именно доступ к централизованной энергетической инфраструктуре является важнейшим механизмом поддержания целостности социума и контроля над ним. Появление таких источников энергии приведет к дезинтеграции индустриального общества и новых принципов социальной организации. Технологической основой для этого могут стать возобновляемая энергетика и малые ядерные энергетические установки.

- Будут доведены до массового использования технологии «активного дома», а технологии «пассивного дома» станут повсеместными, что позволит существенно снизить удельное потребление энергии в коммунальном секторе. На этой основе станет возможным массовое внедрение технологий энергоэффективного дома и энергоэффективного города, причем не только «пассивного дома», но и «активного дома».

- В **электроэнергетике** ключевыми инновациями будут: 1) резкое повышение эффективного расстояния транспортировки электроэнергии и создание единых энергетических систем крупных регионов мира, 2) появление технологий эффективного накопления электроэнергии в энергосистемах для оптимизации режима их работы, 3) развитие и распространение «умных» сетей, включая управление конечным энергопотреблением. В совокупности три указанные технологии позволят создать Единые энергосистемы нового поколения.

- Главной инновацией в **транспортном секторе** будет появление после 2020 г. дешевых и мощных аккумуляторов, что сделает электромобили конкурентоспособными на мировом автомобильном рынке. Этот процесс будет пользоваться государственной поддержкой, поскольку смена автомобильного парка и соответствующий инфраструктурный сдвиг станут важнейшим локомотивом экономического роста и технологического прогресса.

- Следствием появления эффективных электромобилей будет быстрое исчезновение других (кроме электромобилей) альтернативных по отношению к двигателю внутреннего сгорания видов двигателей (гибридные автомобили, использование водорода на автомобильном транспорте).

- С точки зрения мировой энергетики главным последствием внедрения электромобилей станет постепенный отход от доминирования нефтепродуктов на транспорте с последующим снижением общего потребления нефти. Вторым ключевым последствием будет рост спроса на электроэнергию при выравнивании суточной нагрузки на энергосистему.

- С точки зрения развития генерирующих мощностей продолжится быстрый технологический прогресс в возобновляемой энергетике, связанный

со снижением издержек, повышением мощности и стабильности работы ВИЭ, а также их интеграцией в энергосистему. Кроме того, в атомной энергетике резкое ускорение технологического прогресса обеспечит создание малых ядерных энергетических установок, эффективных реакторов на быстрых нейтронах и реализацию замкнутого ядерного топливного цикла.

- Главной тенденцией в технологической сфере будет превращение электроэнергии в доминирующий вид конечного потребления энергии («электрический мир»). Доступ к электроэнергетическим сетям станет практически повсеместным.

- Смягчение государственного регулирования позволит вывести инновации за рамки нескольких направлений, доминировавших в последние 30 лет. После 2030 г. ускорение инновационных процессов может создать принципиально новые источники энергии и привести к глубоким изменениям в энергетике.

- Технологический уровень регионов мира будет сближаться, хотя к 2050 г. сохранится разрыв, за счет эффективного механизма технологического трансфера между развитыми и развивающимися странами. Некоторые развивающиеся страны будут способны к разработке новых энергетических технологий, но большинство из них пользуется доступом к разработкам других стран и поставкам оборудования из них.

В инновационном сценарии к 2030-2050 гг. существенно снижаются издержки топливной энергетики (до 20%). Однако это не приводит к росту ее конкурентоспособности из-за опережающего удешевления других видов энергии. В результате реализации проекта развития атомной энергетики капитальные затраты на строительство АЭС существенно падают за счет серийного строительства стандартных энергоблоков 3-го и 4-го поколения, решения проблемы отработанного ядерного топлива. Особенно быстро снижаются затраты для реакторов на быстрых нейтронах, которые по уровню издержек приближаются к тепловым реакторам. В результате уже к 2030 г. возобновляемая энергетика становится вполне конкурентной в целом ряде регионов мира, резко возрастает конкурентоспособность атомной энергетики. При этом они решают существенно различные задачи в силу специфики получаемой энергии: атомные электростанции обеспечивают независимость выработки от природных условий и поставок сырья, а возобновляемая энергетика – гибкость энергосистем. Относительные позиции топливной энергетики быстро слабеют.

Доля электроэнергии в конечном энергопотреблении в инновационном сценарии вырастет с 22,4% в 2010 г. до 27,7% в 2030 г. (2050 г. – 36,5%). Тренд в этом сценарии будет выражен максимально сильно и фактически приведет к переходу к «электрическому миру», где электроэнергия является универсальным ресурсом, используемым для удовлетворения всех энергетических потребностей. Такое положение потребует опережающего разви-

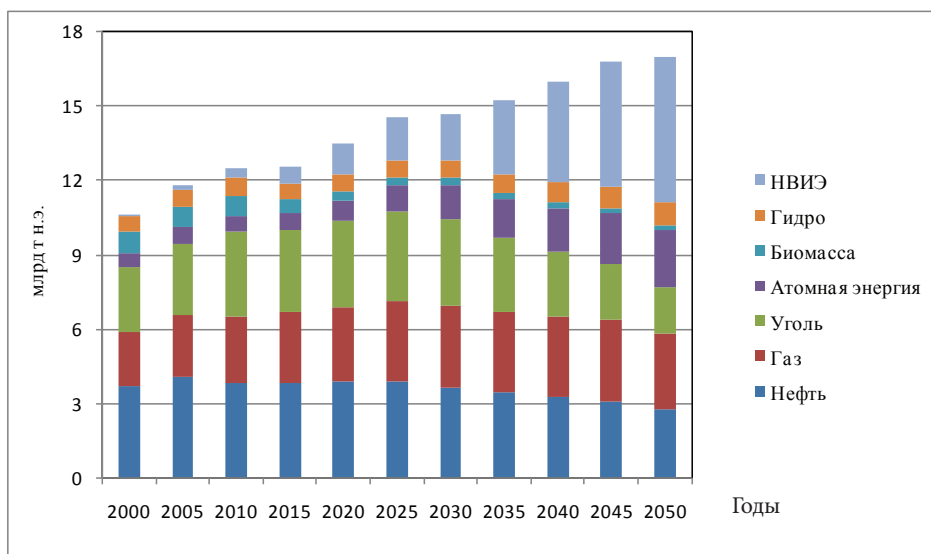
тия электроэнергетики, создания новых систем управления энергетикой на уровне энергосистемы и отдельного потребителя. Особенно быстрым будет рост доли электроэнергии в развивающихся странах. Частичная конвергенция развитых и развивающихся стран по структуре потребления произойдет за счет эволюции структуры энергопотребления в развивающихся странах, но не будет завершена.

Рост доли электроэнергии в общем энергопотреблении является только наиболее общим, но легко измеримым параметром роста квалификации использования энергии. Этот процесс будет выражен также в росте роли особо квалифицированных видов энергопотребления в промышленности, сфере услуг и в быту, переходе от «массовой» к «точечной» энергетике. При этом будет возрастать сложность энергопотребляющего оборудования и способов конечного использования энергии (лазерные технологии, различных способы обработки материалов, точечные энергетические воздействия и пр.). Для обеспечения качественного энергоснабжения таких высококвалифицированных потребителей с дорогостоящим оборудованием потребуются аналогичное усложнение оборудования в энергетике (для обеспечения надежности, гибкости и качества энергоснабжения). Это потребует дополнительных инвестиций в повышение «качества», а не только мощности энергосистем.

Структура мирового топливно-энергетического баланса

К 2030 г. потребление первичной энергии в инновационном сценарии возрастет по сравнению с уровнем 2010 г. на 17,5%, а к 2050 г. – на 36,0%. По динамике инновационный сценарий занимает промежуточное положение между инерционным и стагнационным сценариями (рис. 9.1). На фоне некоторого количественного роста произойдут радикальные структурные изменения в мировом топливно-энергетическом балансе.

До 2050 г. доля нефтяной отрасли в мировом ТЭБ будет быстро сокращаться (с 30,6 до 16,4%) при снижении абсолютных объемов производства на 28% (с 3821 до 2757 млн т н.э.). Темпы роста добычи и потребления газа будут существенно выше, чем нефти: к 2030 г. его потребление вырастет на 22,1%, а после 2030 г. начнется стагнация с тенденцией к спаду. Доля природного газа в мировом ТЭБ снизится с 21,6 до 18,2%. Угольная энергетика в 2010-2050 гг. сократится в 47%. Доля угля снизится с 27,3 до 10,7%. При этом практически все сокращения как угольной, так и нефтяной отрасли придутся на период после 2030 года.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.1. Производство первичных энергетических ресурсов в инновационном сценарии в 2000-2050 гг.

В инновационном сценарии в 2010-2030 гг. атомная энергетика вырастет в 3,82 раза. Ее развитие будет основано на реализации новых технологических схем, таких как замкнутый ядерный топливный цикл и реакторы на быстрых нейтронах. Доля атомной энергии в ТЭБ возрастет с 4,9 до 13,7%.

В 2010-2030 гг. ключевую роль в количественной динамике ТЭБ сыграет энергетическая политика Китая и в меньшей степени Индии. В то же время качественные изменения в структуре мировой энергетики будут инициироваться и реализовываться преимущественно развитыми странами.

Доля ВИЭ в мировом энергетическом балансе в инновационном сценарии переживет взрывной рост. В 2050 г. доля ВИЭ в мировом ТЭБ, не включая большую гидроэнергетику, составит 34,3% по сравнению с 3,0% в 2010 году. Рост доли ВИЭ до 2015 г. будет происходить главным образом за счет ГЭС и ВЭУ, в 2030-2050 гг. – в первую очередь за счет солнечной энергетики. Доля гидроэнергетики снизится с 5,9 до 5,6%, доля биомассы – с 6,8 до 1,2%.

Эволюция конечного потребления и энергетические рынки

В инновационном сценарии климатическая политика в 2010-е гг. продолжится, но при умеренных затратах на ее проведение и реализации только

наиболее эффективных с экономической и экологической точек зрения мероприятий. Будет заключено новое международное соглашение по климату на условиях компромисса между развитыми и развивающимися странами.

В 2020-е гг. естественное развитие энергетики (через появление электромобилей, роста атомной и возобновляемой энергетики, новых технологий сжигания угля и пр.) приводит сначала к стабилизации, а затем и снижению выбросов CO_2 . Это сделает менее актуальными системы торговли квотами на выбросы CO_2 (в рамках наследников Киотского протокола, Европейской системы торговли выбросами и пр.) и после 2030 г. приведет к постепенной ликвидации соответствующих институтов, как выполнивших свою задачу. Технология улавливания и захоронения углерода (CCS) не будет использоваться в силу ее коммерческой неэффективности.

По мере распространения электромобилей начнут терять смысл стандарты качества нефтепродуктов, принятые в большинстве стран мира, но особенно активно развиваемые в ЕС (стандарты Евро-0, 1, 2, 3, 4, 5). Резкая трансформация топливного рынка в пользу электромобилей кардинально снизит актуальность проблемы выбросов CO_2 .

В инновационном сценарии изменение структуры конечного спроса потребует формирования специализированных компаний в этой сфере. Энергосервисные компании станут одними из ключевых игроков энергетических рынков к 2030 году. К 2020 г. объем рынка в США вырастет до 30 млрд долл., а к 2030 г. – до 150 млрд долл. (2010 г. – 5 млрд долл.), а в ЕС – до 30 млрд долл., а к 2030 г. – до 150 млрд долл. (2010 г. – 4 млрд долл.).

Активное развитие рынка энергосервисных услуг приведет к смене модели ценообразования на энергетических рынках. Уже в 2010-е гг. ужесточение регулирования финансовых рынков на национальном уровне и создание первых механизмов регулирования на глобальном уровне, а также сокращение «горячего» спекулятивного капитала в мире приведут к постепенному снижению роли финансовых факторов на бирже и повышению роли фундаментальных факторов. Приток капитала на энергетические биржи, волатильность цен и доля спекулятивных операций несколько сократятся, их значимость для экономики снизится. Возрастет роль спотового и форвардного рынков по сравнению с фьючерсным. Экспансия фьючерсной биржевой торговли приостановится. На рынках нефтепродуктов, природного газа и угля либо возникнут другие механизмы ценообразования, либо будет преобладать спотовая торговля, но на рынке сырой нефти доминирование фьючерсной биржевой торговли сохранится.

К 2030 г. биржевая торговля утратит свою ведущую роль. После 2030 г. мировых энергетических рынков в их сегодняшнем виде – как рынков товаров, представленных в форме актива, что позволяет участникам извлекать сверхприбыль, – существовать не будет. Для России и российских компаний этот вывод имеет огромное значение, поскольку это означает

резкое изменение роли российской энергетики, как в мировой энергетике, так и в российской экономике.

По мере снижения спроса на традиционные энергоносители (нефть, газ, уголь) в силу роста конкурентоспособности возобновляемой и атомной энергетики и сдвигов в технологиях конечного энергопотребления будет снижаться привлекательность традиционных отраслей энергетики для бизнеса. Издержки производства природного газа и особенно нефти будут расти в силу постепенного сдвига добычи в районы со сложными геологическими и природными условиями, а цены будут снижаться в силу роста межтопливной конкуренции, что приведет к радикальному снижению рентабельности этих видов бизнеса.

9.2. Электроэнергетика

Динамика электроэнергетики в 2010-2050 гг. в инновационном сценарии будет определяться быстрым количественным ростом и качественными сдвигами в энергопотреблении, причем эти процессы взаимосвязаны между собой.

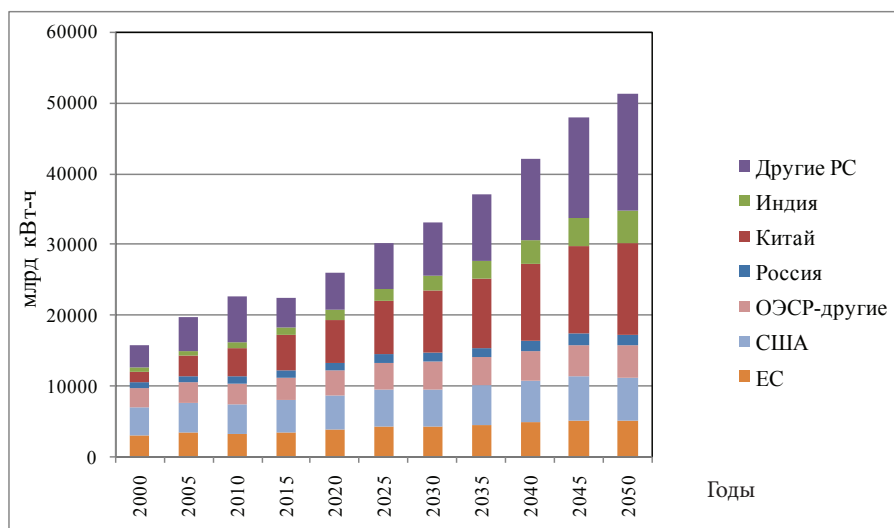
Сдвиг электроэнергетики в развивающиеся страны

К 2030 г. мировое потребление электроэнергии достигает 34,4 трлн кВт•ч, а в 2050 г. – 52,0 трлн кВт•ч по сравнению с 20,3 трлн кВт•ч в 2010 г. (рис. 9.2). Именно в инновационном сценарии электроэнергетика растет максимальными темпами, что приближает мировую энергетiku к состоянию «электрического мира». Доля электроэнергии в мировом конечном энергопотреблении в инновационном сценарии вырастет с 21,7% в 2010 г. до 28,6% в 2030 г. и 36,8% в 2050 году. При этом практически исчезнет разрыв между развитыми и развивающимися странами.

Опережающий рост потребления электроэнергии в развивающихся странах приведет к росту их доли в мировом потреблении электроэнергии с 44% в 2010 г. до 58% в 2030 г. и 68% в 2050 году. Сдвиг электроэнергетики в развивающиеся страны в инновационном сценарии будет идти максимальными по сравнению с другими сценариями темпами. Особенно значимым будет рост доли Китая с 19,4% в 2010 г. до 30,4% в 2030 г. и 36,0% в 2050 году.

К 2030 г. душевое потребление электроэнергии в развивающихся странах достигнет 3200 кВт•ч, или 32% от уровня развитых стран, а к 2050 г. – 5200 кВт•ч. К 2050 г. развивающиеся страны достигают современного стандарта энергопотребления (5000 кВт•ч на человека в год), но вдвое уступают развитым странам. В инновационном сценарии сближение душевого электропотребления в развитых и ключевых развивающихся странах происходит существенно быстрее, чем в других сценариях. Уменьшение ко-

личественных различий, однако, сопровождается ростом качественных различий, так как после 2030 г. в некоторых странах (преимущественно развитых) начнется формирование электроэнергетических систем нового поколения.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.2. Потребление электроэнергии в 2000-2050 гг.

В инновационном сценарии в мире происходит существенное сокращение энергетической бедности, за исключением Африки. К 2030 г. численность населения, не имеющего доступа к электроэнергии, снижается до 1 млрд чел., а к 2050 г. – до 0,5 млрд чел., преимущественно в Африке и некоторых странах Азии. Особенно значительный прогресс будет достигнут в Индии.

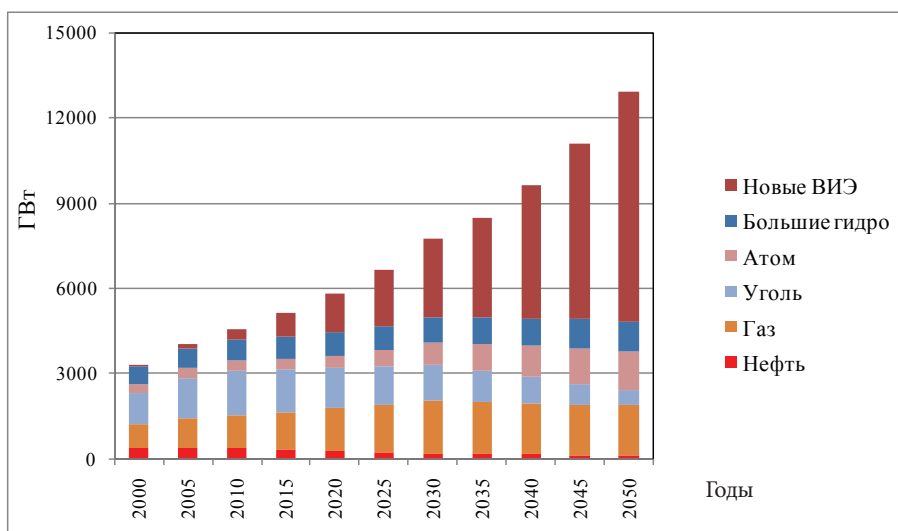
Решающую роль в динамике электроэнергетики сыграют атомная и возобновляемая энергетика. Производство электроэнергии ВИЭ к 2030 г. вырастет в 16 раз до 26,7% всей выработки, а к 2050 г. – до 48%. Атомная генерация возрастет к 2030 г. в 4 раза, а ее доля достигнет 20%. Атомная генерация будет обеспечивать независимость базового уровня энергопотребления от природных условий, а возобновляемая энергетика – гибкость энергосистемы.

Производство электроэнергии на угольных электростанциях к 2030 г. сократится на 11% к уровню 2010 г., а к 2050 г. – на 60%. Для мазутной генерации соответствующие показатели составят 51 и 63%. Таким образом, эти виды генерации переживут стремительный процесс сворачивания. Доля угольной генерации к 2050 г. упадет до 5,1% (2010 – 33,7%), мазутной – до

1,1% (2010 г. – 8,1%). В то же время газовая генерация к 2030 г. возрастет на 71% и стабилизируется на достигнутом уровне, хотя ее доля сократится с 25,6 до 16,8%. Таким образом, взрывной рост возобновляемой энергетики и быстрый рост атомной энергетики позволят снизить потребность в топливной генерации.

Опережающий рост мировой электроэнергетики

В инновационном сценарии стремительный опережающий рост мировой электроэнергетики (на 2,8% в год до 2030 г. и 2,1% после 2030 г.) требует резкого увеличения генерирующих мощностей, а также качественной перестройки электроэнергетических систем. В инновационном сценарии рост мощностей происходит максимальными темпами по сравнению с другими сценариями – 7735 ГВт в 2030 г. и 12929 ГВт в 2050 г. (рис. 9.3). Быстрый рост энергоэффективности, развитие атомной энергетики с высоким КИУМ и прогресс в организации электроэнергетических систем и сетей позволят удовлетворить спрос на меньшей величине мощности, несмотря на быстрый рост ВИЭ с низким КИУМ. В инновационном сценарии в структуре прироста мощностей будут доминировать ВИЭ при значительном росте мощностей атомной энергетики и снижении мощностей топливной энергетики, за исключением газовой. До 75% прироста мощностей будет сосредоточено в развивающихся странах, в первую очередь в Китае (до 50 до 2030 г. и до 30% после 2030 г.).

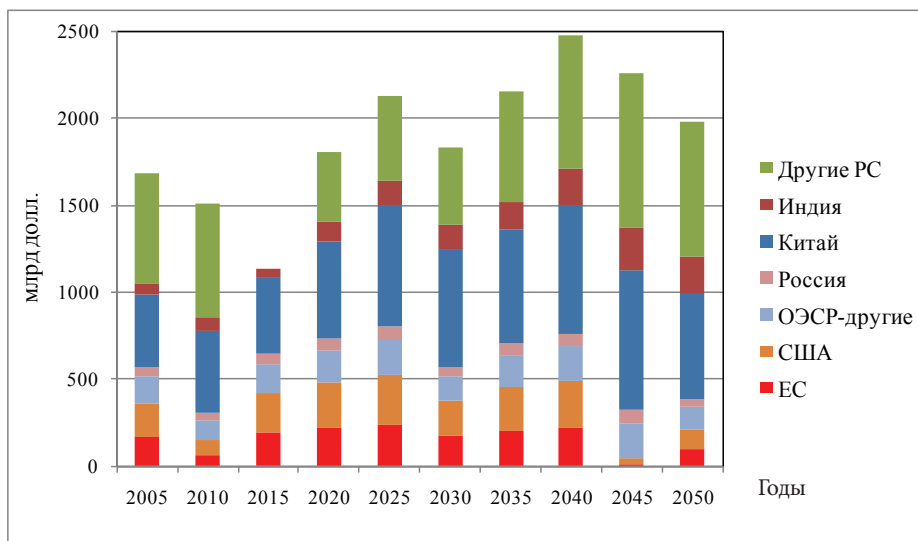


Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.3. Генерирующие мощности электроэнергетики в 2000-2050 гг.

В инновационном сценарии происходит резкое снижение издержек в сфере ВИЭ за счет технологического прогресса, а также в атомной энергетике за счет перехода к серийному строительству реакторов, в том числе на быстрых нейтронах. Как следствие, экономические ограничения перестанут сдерживать развитие как возобновляемой, так и атомной энергетике, что обусловит их быстрый рост по отношению к традиционной топливной энергетике.

Для создания указанных генерирующих мощностей потребуются инвестиции в объеме до 380 млрд долл. в год за 2010-2030 гг. и 440 млрд долл. в год за 2030-2050 гг. (рис. 9.4). Для сравнения: объем инвестиций в 2000-е гг. составлял 270 млрд долларов. При этом в сетевое хозяйство необходимо будет вложить до 40% от этой суммы для создания электроэнергетических сетей нового поколения. Указанные затраты существенно (в 1,6-1,8 раза) выше, чем в инерционном и стагнационном сценариях, но они позволяют радикально снизить затраты на развитие топливной энергетике. В инновационном сценарии значительные инвестиции обусловлены вводом качественно новых генерирующих мощностей (включая реакторы на быстрых нейтронах), а также затратами на создание электроэнергетических сетей и систем нового поколения. В результате общие затраты на развитие энергетике оказываются ниже, чем в инерционном сценарии.



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.4. Инвестиции в развитие мировой электроэнергетики в 2005-2050 гг.

До 60% инвестиций будет сосредоточено в развивающихся странах, в первую очередь в Индии (20%) и Китае (25%), но даже такой уровень инвестиций не позволит этим странам довести свое энергетическое хозяйство до современного уровня развитых стран даже к 2050 году.

Технологические изменения в электроэнергетике

В инновационном сценарии качественные характеристики электроэнергетических систем будут быстро меняться в силу внедрения ряда прорывных инноваций, а именно: 1) технологий «умных» сетей, 2) технологий дальней передачи электроэнергии, 3) технологий накопления электроэнергии в энергосистеме, 4) развития распределенной генерации.

Технологии «умных» сетей. В инновационном сценарии технологии «умных» сетей будут реализованы в полном объеме, как в части управления сетевыми и генерирующими мощностями, так и в части управления конечным энергопотреблением. Иными словами, режим энергопотребления будет определяться не только самим потребителем, но и оператором энергосистемы. Для этого потребуются разработать специальные правовые и организационные механизмы.

«Умные» энергосистемы позволят резко повысить надежность и управляемость энергосистем, качество энергоснабжения, обеспечить удовлетворение спроса на квалифицированное энергопотребление. Кроме того, технологии «умных» сетей в сочетании с интеграцией электромобилей в режим энергопотребления позволит сделать профиль нагрузки на электроэнергетические системы более равномерным (минимальная нагрузка к 2030 г. достигнет 80% пиковой, а к 2050 г. – 90%), что снизит потребность в генерирующих мощностях и позволит использовать только наиболее эффективные их виды. Дополнительным фактором выравнивания суточного графика будет распространение постоянно работающей электроники и электротехники при снижении доли переменных затрат в энергопотреблении. В крупнейших городах продолжится тенденция к переходу на круглосуточный режим активности, размывание единого рабочего дня и соответственно максимумов и минимумов энергопотребления. Кроме того, технологии «умных» сетей обеспечат реализацию всех других направлений инновационного развития электроэнергетики.

Технологии накопления электроэнергии в энергосистеме будут важным элементом «умных» сетей. В инновационном сценарии до 2030 г. будут использоваться уже существующие технологии накопления электроэнергии (ГАЭС, маховики, первые образцы электромагнитных накопителей), а после 2030 г. начнется массовое внедрение новых технологий накопления электроэнергии с высоким КПД и возможностями быстрой выдачи мощности. В сочетании с выравниванием профиля нагрузки это позволит резко повысить КИУМ и обеспечить интеграцию ВИЭ в энергосистему.

Технологии дальней передачи электроэнергии. В инновационном сценарии уровень потерь при транспортировке электроэнергии существенно снижается по сравнению с современным уровнем за счет развития технологий постоянного тока, полуволновой передачи и использования сверхпроводников. Как следствие, эффективное расстояние передачи электроэнергии возрастет с 1000-1500 км в настоящее время до 2000-2500 км к 2030 г. и до 5000 км при потерях на уровне 5-8%. Массовое строительство ЛЭП высокого напряжения, в том числе на основе инновационных технологий, станет рентабельным.

На первом этапе (в 2020-е гг.) эффект от внедрения технологий дальнего транспорта электроэнергии получают уже существующие единые электроэнергетические системы в Европе, Северной Америке, России за счет оптимизации использования мощностей. На втором этапе (после 2030 г.) может начаться новое энергетическое строительство, адаптированное уже к новым условиям.

В инновационном сценарии, вне зависимости от технологической основы, радикальное расширение возможностей передачи электроэнергии приведет к 2030 г. к формированию Единых энергетических систем Европы, Восточной Азии, Северной Америки, России и сопредельных стран, а также связей между ними. Сложатся реальные технологические предпосылки для формирования единых рынков электроэнергии больших регионов. Сформируется единый североамериканский, европейский, российский рынок электроэнергии, а также китайский и индийский. В перспективе 2050 г. указанный тренд приведет к формированию основ Единой электроэнергетической системы Евразии и к быстрому сдвигу генерирующих мощностей от потребителя в районы, оптимальные для генерации для ГЭС, АЭС, ВИЭ.

Создание энергетических систем крупных регионов даст возможность использовать разницу в нагрузке между часовыми поясами, что в сочетании с выравниванием суточного графика потребления электроэнергии вследствие развития электромобилей позволит стабилизировать работу сети и повысить ее эффективность.

Конечным результатом такой перестройки станет появление мировых центров генерации, территориально оторванных от мировых центров потребления, как за счет топливных, так и за счет возобновляемых источников энергии. Появится возможность использовать гидроэнергетический потенциал труднодоступных районов, располагать атомные электростанции в слабозаселенных районах, а тепловые электростанции – непосредственно в районах добычи сырья вдали от потребителя (этот тренд, видимо, не коснется ТЭЦ в крупных городах в связи с невозможностью транспортировки тепла на сколько-нибудь значительное расстояние). Кроме того, прорыв в технологиях транспорта электроэнергии может дать толчок развитию ряда возобновляемых источников энергии – ветровых электростанций в трудно-

доступных удаленных районах с большими скоростями ветра (арктические моря и пр.), солнечных электростанций в тропических районах с низкой плотностью населения (Сахара), приливных электростанций в слабозаселенных районах (Охотское море).

Другими следствиями могут стать резкая структурная перестройка мировой энергетики, резкое ускорение смены основных фондов, рост ее эффективности (использование наиболее эффективных, а не наиболее доступных ресурсов, а также повышение коэффициента использования установленной мощности) и экологической безопасности. Это произойдет за счет вывода из эксплуатации наиболее неэффективных (по экономическим, экологическим или политическим соображениям) генерирующих мощностей. В первую очередь будут выведены из эксплуатации устаревшие угольные и мазутные энергоблоки.

В инновационном сценарии международная торговля электроэнергией может вырасти к 2030 г. в 5 раз до 3000 млрд кВт•ч, что составит до 8% мирового энергопотребления. К 2050 г. эта доля может возрасти до 6000 млрд кВт•ч и 13%.

Развитие международной торговли электроэнергией требует решения не только технических, но и организационных (порядок диспетчеризации), экономических (порядок оплаты и создание международных рынков электроэнергии) и политических проблем. Уровень взаимного доверия стран, связанных поставками электроэнергии, должен быть значительно выше, чем в других отраслях энергетики, поскольку для электроэнергии, в отличие от нефти и природного газа, нельзя создать стратегических запасов.

Развитие распределенной генерации в инновационном сценарии будет следствием спроса на автономные источники энергоснабжения, которые периодически будут создавать избыток локальной мощности. Адаптация энергосистем на основе «умных» сетей обеспечит решение как технологических проблем (переход от асимметричных сетей к симметричным), так и организационных (порядок оплаты энергии, порядок управления энергосистемами). Следует отметить, что развитие передачи электроэнергии на большие расстояния ограничит развитие распределенной генерации, сделав его во многих случаях неэффективным.

Корпоративная и рыночная структура электроэнергетики

Корпоративная и рыночная структура энергетики в 2010-2050 гг. в инновационном сценарии претерпит радикальные изменения, поскольку электроэнергетика теснее, чем другие отрасли ТЭК, связана с динамикой конечного спроса, который будет приобретать качественно новые характеристики.

В развитых странах с либерализованными рынками электроэнергии и мощности до 2030 г. будет сохраняться сложная корпоративная структура с

участием генерирующих, сетевых, сбытовых компаний, а также операторов энергосистемы и торговой системы. По мере выравнивания суточного графика энергопотребления в связи с распространением электромобилей значимость суточных колебаний для рынка электроэнергии сократится. Это сделает менее актуальным использование краткосрочных торговых инструментов и повысит роль более долгосрочных сделок.

Ключевую роль в ценообразовании после 2030 г. начнет играть рынок конечных потребительских технологий. Это приведет к тому, что товаром будет не энергия, а услуги энергообеспечения определенной мощностью. Как следствие, после 2030 г. биржа станет играть роль механизма, передающего ценовые сигналы от конечного потребителя генерирующим компаниям, и динамика цен будет определяться преимущественно технологическими факторами и межтопливной конкуренцией.

Вследствие создания «умных» сетей и эволюции электроэнергетических рынков рынков, повышения расстояния транспортировки энергии резко возрастет роль сетевых компаний и системного оператора, который получит соответствующие полномочия и возможности «тонкой настройки» режима потребления. В силу естественно-монопольного характера этих функций это приведет к росту значения государственного регулирования. Резко возрастет роль розничных и оптовых сбытовых компаний, которые, по сути, станут энергосервисными (а по мере развития распределенной генерации – также и генерирующими). Напротив, роль генерирующих компаний существенно снизится, они столкнутся с острой конкуренцией. В развивающихся странах эволюция электроэнергетики не будет включать стадию полностью либерализованного рынка. После стадии регулируемого рынка начнется переход к новой модели ценообразования, когда уровень развития национальной энергосистемы позволит осуществить управление конечным энергопотреблением.

Резюме

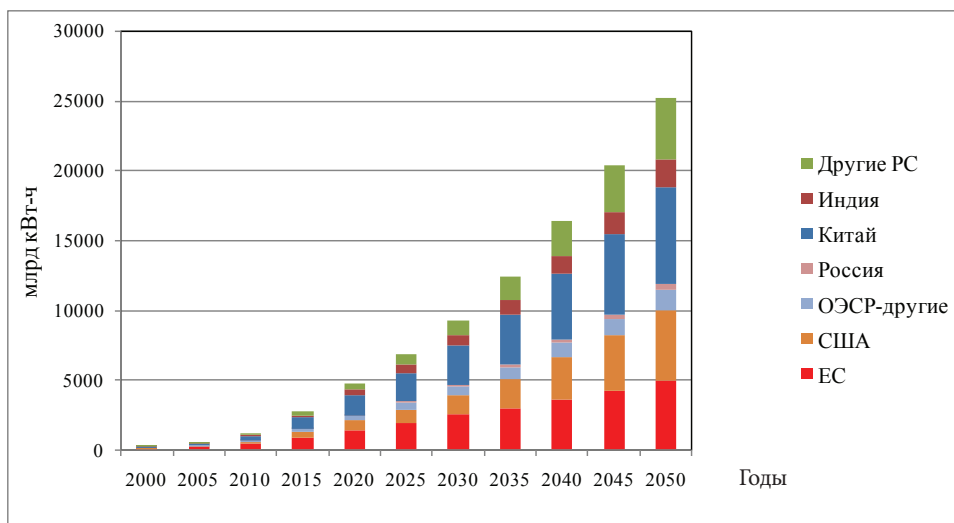
В совокупности указанные выше требования к электроэнергетике сводятся к созданию интеллектуальных Единых энергетических систем нового поколения (ЕЭС 2.0) с возможностями оптимизации нагрузки со стороны конечных потребителей в режиме реального времени. В инновационном сценарии к 2050 г. может сложиться «всеобщее производство электроэнергии», когда топливно-энергетический комплекс не является выделенной специализированной системой, а полностью интегрирован в техносферу. Такой процесс приведет к трансформации энергетического рынка из рынка товаров в рынок сначала услуг, а затем и технологий. Энергетические компании будут выступать как поставщики комплексных технических решений для энергоснабжения, в то время как собственно производство энергии перейдет к конечным потребителям.

9.3. Возобновляемые источники энергии

В инновационном сценарии быстрый технологический прогресс делает конкурентоспособной солнечную энергетику во многих регионах мира, а также способствует решению проблем интеграции ВИЭ в энергосистемы (важная скрытая форма издержек).

Динамика ВИЭ

В инновационном сценарии развитие ВИЭ опирается на быстрый технологический прогресс, ведущий к появлению новых направлений возобновляемой энергетики, снижению издержек и повышению возможностей использования ВИЭ в электроэнергетических системах. Производство первичной энергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 9 раз и достигнет (без биомассы и большой гидроэнергетики) 1860 млн т н.э., а к 2050 г. – 5846 млн т н.э. (рис. 9.5).



Источник: расчеты ИЭС.

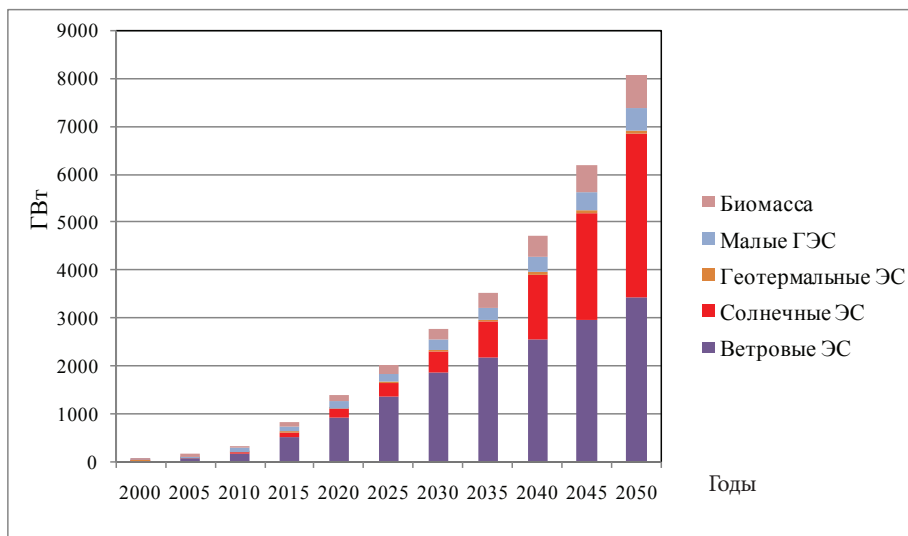
Рис. 9.5. Динамика выработки электроэнергии ВИЭ в 2000-2050 гг.

Роль ВИЭ будет максимальной в производстве электроэнергии и в развитых странах. Производство электроэнергии ВИЭ возрастет к 2030 г. по сравнению с уровнем 2010 г. в 8 раз и достигнет 9320 млрд кВт•ч, а к 2050 г. – 25 400 млрд кВт•ч. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире возрастет с 2,6% в 2010 г. до 27,1% в 2030 г. и 48,8% в 2050 году.

В структуре возобновляемой энергетики в 2030 г. будет преобладать ветровая энергетика (70%), но к 2050 г. ее доля сократится до 47% за счет роста доли солнечной энергетики (35%), которая благодаря быстрому технологическому прогрессу станет эффективной. В развитых странах возобновляемая энергетика составит до 65-70% производства электроэнергии к 2050 г., в развивающихся – несколько меньше (35-45%). Солнечная энергетика будет использоваться для производства как тепла, так и электроэнергии.

Технологическая структура ВИЭ

В инновационном сценарии к 2030 г. мощности ВИЭ вырастут в 8 раз и достигнут 2770 ГВт (36% всех мощностей электроэнергетики), к 2050 г. – 8 088 ГВт, или 63% всех мощностей электроэнергетики (рис. 9.6). Доля возобновляемой энергетики в приросте генерирующих мощностей превысит 100% (в 2006-2010 г. – до 40%). При этом мощности атомной энергетики также будут расти, а мощности угольной и мазутной энергетики – снижаться.



Источник: расчеты ИЭС.

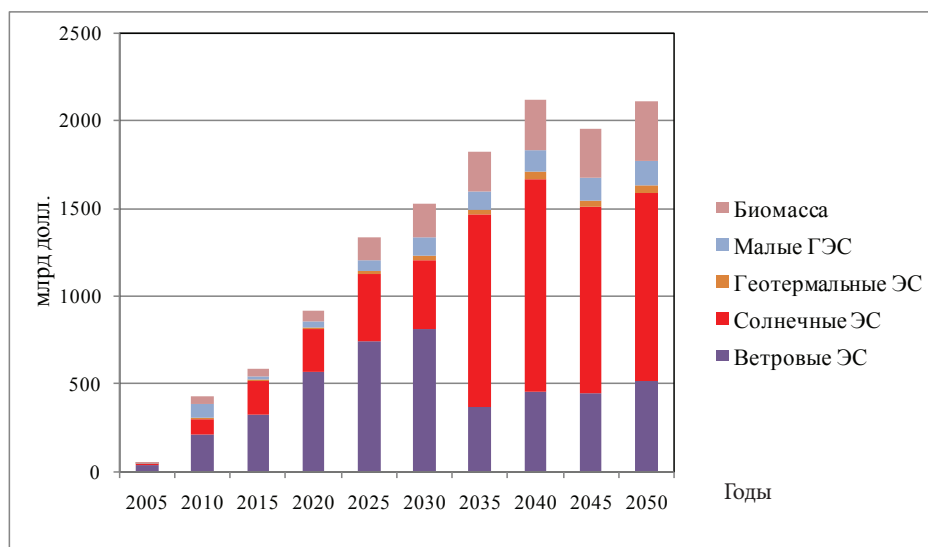
Рис. 9.6. Динамика мощности возобновляемой электроэнергетики в 2000-2050 гг.

Быстрое технологическое развитие приведет к быстрому сокращению издержек в возобновляемой энергетике и сделает солнечную энергетiku вполне конкурентоспособной после 2030 года. Инновационное развитие также позволит решить проблемы адаптации электроэнергетических систем к высокой доле возобновляемой энергетики, решить проблему неста-

бильности выработки и режимов энергопотребления, энергопроизводства и работы энергосистемы.

Инвестиции в ВИЭ

В инновационном сценарии быстрый рост инвестиций в возобновляемую энергетику ожидается после 2020 г., причем делаться они будут уже на новой технологической основе, что повысит их эффективность. К 2020 г. инвестиции должны достичь 180 млрд долл. в год, к 2030 г. – 300 млрд долл. при фактическом уровне 105 млрд долл. в 2010 г. (рис. 9.7). Инвестиции до 2030 г. будут направлены главным образом в ветровую энергетику (50-60%), а после 2030 г. – преимущественно в солнечную энергетику (до 50%).



Примечание. Инвестиции за пятилетие, предшествующее указанному году.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.7. Инвестиции в возобновляемую энергетику в 2005-2050 гг.

Развитие ВИЭ и развитие энергетики

В инновационном сценарии развитие возобновляемой энергетики станет одним из ключевых факторов качественной трансформации энергетики.

Во-первых, по мере роста возобновляемой энергетики произойдет консолидация отрасли и формирование крупных компаний в ветровой и солнечной энергетике с глобальным масштабом деятельности. Одновременно будет быстро снижаться рентабельность компаний в традиционной энергетике (нефтяных, газовых, угольных).

Во-вторых, по мере перехода энергетического рынка от рынка товаров к рынку технологий и оборудования позиции компаний из сферы возобновляемой энергетики будут укрепляться. Консолидация охватит именно компании по производству оборудования, в то время как собственно эксплуатация установок ВИЭ будет осуществляться преимущественно конечными потребителями электроэнергетики.

В-третьих, развитие возобновляемой энергетики будет стимулировать распространение распределенной генерации и потребует развития «умных» сетей для использования ВИЭ с их нестабильной выработкой. Тем самым усилится спрос на технологии управления энергосистемами, технологии дальнего транспорта электроэнергии, технологии накопления энергии в энергосистеме – на все ключевые компоненты энергосистем нового поколения.

Роль государственной поддержки ВИЭ будет снижаться по мере повышения их конкурентоспособности. К 2030 г. прямая финансовая поддержка не будет необходима. На предшествующем этапе основные усилия государства будут направлены на то, чтобы обеспечить интеграцию ВИЭ в энергосистемы путем предоставления приоритетного права сбыта энергии, надбавок к тарифам на электроэнергию и др.

Резюме

В инновационном сценарии возобновляемая энергетика становится одним из ключевых компонентов всех крупнейших энергосистем и одним из факторов качественного развития энергетики. С одной стороны, развитие ВИЭ предъявляет определенные требования к организации электроэнергетических систем. С другой стороны, эволюция конечного спроса требует определенных параметров развития возобновляемой энергетики. Так, выравнивание профиля нагрузки на энергосистемы и повышение требований к стабильности их работы будут существенным ограничением роста доли ВИЭ в производстве электроэнергии (выше 30-30%).

9.4. Атомная отрасль

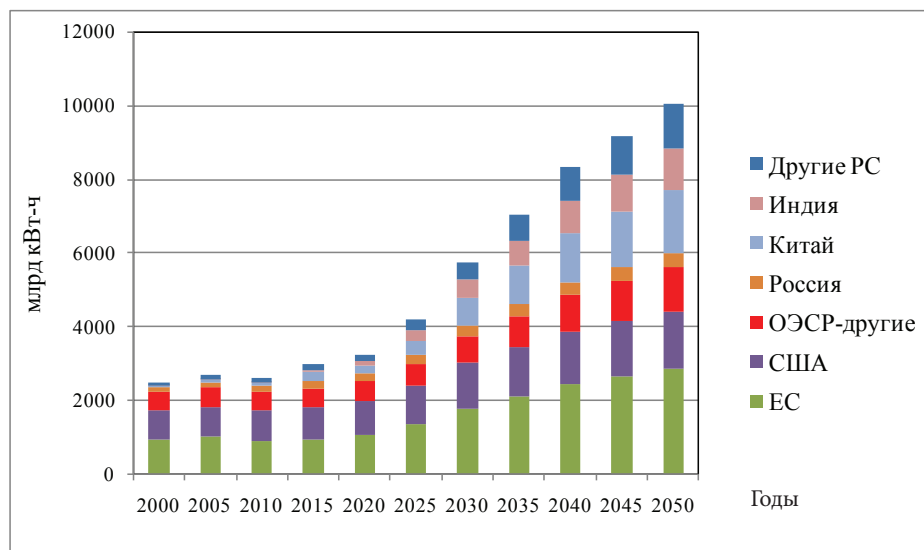
Динамика мировой атомной энергетики

В инновационном сценарии производство электроэнергии атомными электростанциями к 2030 г. увеличивается до 5750 млрд кВт•ч (16,6% всего производства электроэнергии) по сравнению с 2558 млрд кВт•ч в 2009 г. (13,4%), а к 2050 г. – 10 052 млрд кВт•ч (19,1%) (рис. 9.8). Доля атомной энергетики увеличится приблизительно в 1,5 раза, а абсолютный объем выработки – почти в 4 раза.

Доля развивающихся стран в мировом производстве электроэнергии на АЭС в инновационном сценарии возрастет с 7,3% в 2010 г. до 30% в 2030 г. и 40% в 2050 году.

Доля Китая уже к 2030 г. достигнет 12,7%, а к 2050 г. – 16,9%. Доля Индии составит к 2030 г. 8,0%, а к 2050 г. – 11,2%. В настоящее время доля Китая не превышает 2,6%, доля Индии – 0,6%. При этом атомная энергетика будет быстро расти также в США и ЕС.

Этот процесс приведет к диффузии атомно-энергетических технологий по миру (число стран с АЭС увеличится с 45 в 2010 г. до 60 в 2030 г. и 100 в 2050 г.). Число компаний – операторов АЭС к 2030 г. значительно увеличится по мере распространения атомной энергетика по миру. Компании из развитых стран будут участвовать в управлении АЭС в развивающихся странах, но одновременно там возникнут и собственные компании – операторы атомных электростанций.



Примечание. РС – развивающиеся страны.

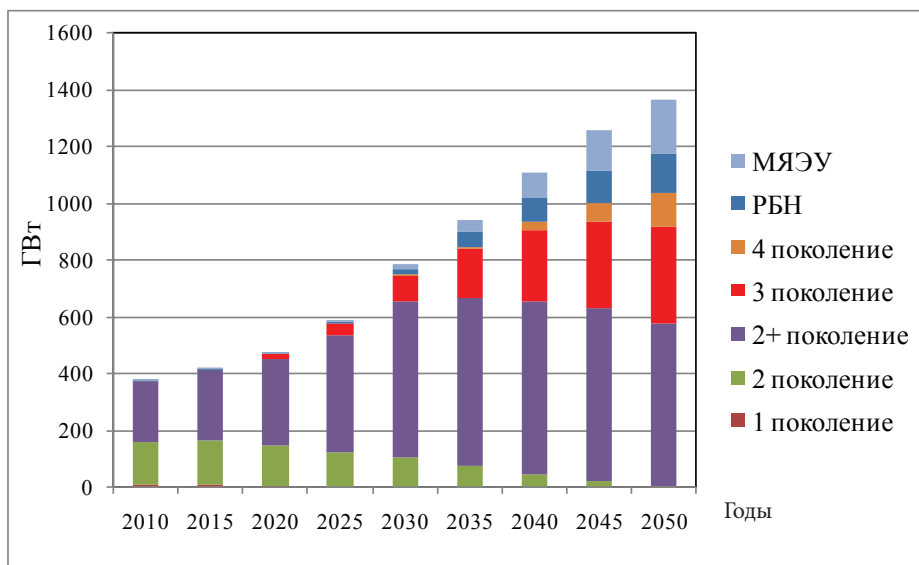
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.8. Производство электроэнергии на АЭС в 2000-2050 гг.

С одной стороны, это будет способствовать технологическому прогрессу лидирующих развивающихся стран и приведет к постепенному созданию в них не только самих АЭС, но и других элементов ядерного энергетического комплекса – производства и переработки топлива, производства оборудования, строительных и сервисных мощностей (хотя лидерство по этим направлениям удержат развитые страны). С другой стороны, распространение

атомно-энергетических технологий может быть предпосылкой распространения ядерных оружейных технологий.

Мощности АЭС будут быстро возрастать и к 2030 г. составят 788 ГВт по сравнению с 371 ГВт в 2010 г., а к 2050 г. – 1364 ГВт (рис. 9.9). При этом в Китае мощности возрастут к 2030 г. с 8 до 73 ГВт, а в Индии – с 4 до 32 ГВт. Одновременно более чем в 1,5 раза увеличатся мощности в ЕС и в США. Таким образом, рост атомной отрасли будет связан как с традиционными атомными державами, так и с новыми странами Азии.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.9. Структура мирового реакторного парка по поколениям реакторов

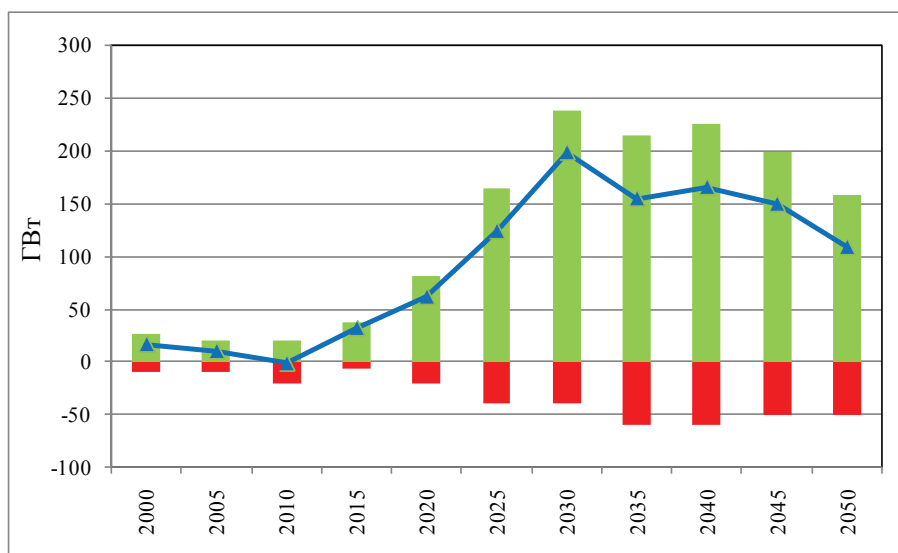
Производственная база атомной энергетики

С учетом вывода мощностей (при продлении сроков эксплуатации реакторов – 106 ГВт до 2030 г. и 220 ГВт в 2030-2050 гг.) до 2030 г. необходимо построить 523 ГВт, а к 2050 г. – еще 800 ГВт (рис. 9.10). При этом в Китае ввод мощностей должен составить до 2030 г. 45 ГВт, а до 2050 г. – 170 ГВт.

Достижения параметров инновационного сценария требует реализации масштабного проекта качественного и количественного развития мировой атомной энергетики и изменения ее технологической основы. В инновационном сценарии к 4 крупнейшим игрокам на рынке атомно-энергетического оборудования (американо-японские альянсы Westinghouse – Toshiba и Hitachi –

General Electric, японская компания Mitsubishi, Areva и Росатом) добавятся атомные агентства Индии, Китая и Республики Кореи. После 2020 г. они будут обладать полным спектром атомных технологий и выйдут на мировой рынок (возможно, в кооперации с одной из лидирующих компаний).

После 2030 г. появление новых игроков продолжится за счет крупнейших развивающихся стран. При крупных инвестициях мировые мощности по строительству АЭС уже к 2020 г. могут быть доведены до 25 ГВт в год, а к 2030 г. – до 50 ГВт, что позволит обеспечить инновационный сценарий развития атомной энергетики. Таким образом, указанный сценарий возможен, но требует организации серийного производства реакторов 3-го поколения, иными словами, реализации комплексного проекта развития атомной отрасли.



Примечание. Зеленый – ввод мощностей, красный – вывод мощностей, синий – изменение.

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.10. Динамика вводов и выводов мощностей атомных реакторов в 2000-2050 гг.

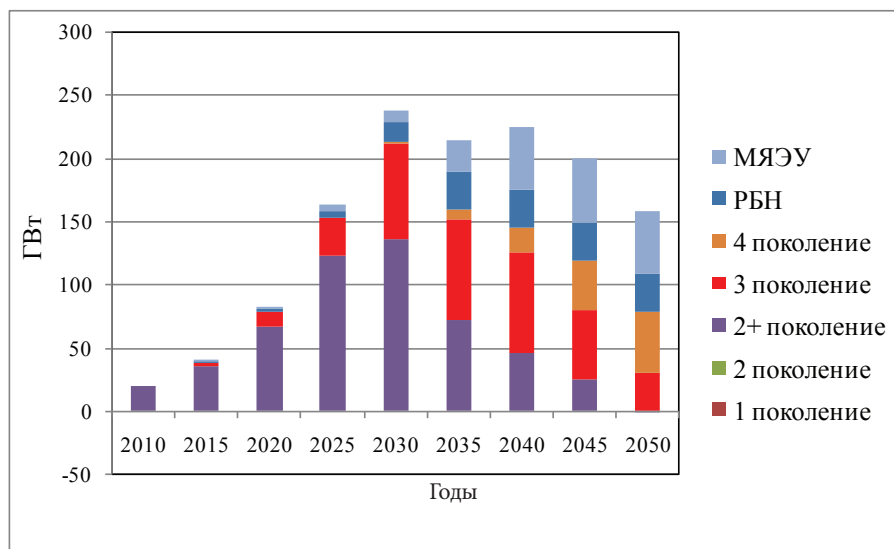
Технологические перспективы атомной энергетики

В инновационном сценарии значительно быстрее будет осуществляться разработка реакторов 3-го и 4-го поколений и будут получены более высокие результаты (рис. 9.11). Кроме того, вводы мощностей АЭС будут

значительно выше. После 2020 г. строительство реакторов 3-го поколения будет осуществляться массово, а с 2030 г. они вытеснят в новом строительстве реакторы 2-го поколения.

Реакторы 3-го поколения к 2030 г. будут составлять около 30% во вводимых мощностях. К 2050 г. строительство реакторов поколения 2+ полностью прекратится. Как следствие, доля реакторов 2-го поколения в эксплуатируемых мощностях в 2050 г. упадет до 45%. Реакторы 4-го поколения начнут строиться с 2030 г. и к 2050 г. не займут сколько-нибудь существенного места в мировой атомной энергетике (5% мощностей).

Технологическая эволюция мировой атомно-энергетической отрасли определяется сочетанием двух процессов. С одной стороны, разработка новых типов реакторов и их внедрение ведут к качественной трансформации отрасли. С другой стороны, быстрый количественный рост атомной энергетики в развивающихся странах приводит к консервации сложившейся технологической структуры (реакторов 2-го и 2+ поколения). В результате наложения двух указанных тенденций формируется волна ввода реакторов поколения 2+, которая затем замещается волной роста реакторов 3-го и 4-го поколений, а также РБН.



Примечание. РБН – реакторы на быстрых нейтронах, МЯЭУ – малые ядерные энергетические установки (менее 100 МВт).

Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.11. Структура вводимых мощностей по поколениям реакторов

В инновационном сценарии значительно быстрее будет осуществляться разработка реакторов на быстрых нейтронах. После 2020 г. строительство реакторов на быстрых нейтронах будет осуществляться массово, а с 2030 г. они будут преобладать в новом строительстве. В течение 2020-х гг. будут в основном завершены работы по созданию замкнутого ядерного топливного цикла. Как следствие, в инновационном сценарии доля РБН в 2030 г. достигнет 2,2%, а к 2050 г. – 10%. При этом их роль будет определяться не столько собственно мощностью, сколько работой реакторов-размножителей, обеспечивающих переработку отработанного ядерного топлива и реализацию замкнутого ядерного топливного цикла. Успех проекта по созданию реакторов на быстрых нейтронах и реализации замкнутого ядерного топливного цикла является определяющим для будущего мировой атомной энергетики и окажет существенное воздействие на энергетику в целом.

Высокий спрос на автономное энергоснабжение в инновационном сценарии станет предпосылкой внедрения малых ядерных энергетических установок (МЯЭУ), которые могут стать основой автономных электроэнергетических систем малых и средних городов, что сделает локальные сообщества сравнительно независимыми от поставок энергии извне и будет иметь значимые социально-экономические и социально-политические последствия в виде тренда децентрализации. В инновационном сценарии в 2010-е гг. будет накапливаться опыт разработки, строительства и эксплуатации МЯЭУ, в 2020-е гг. начнется их массовое строительство. К 2030 г. они получат значительное распространение (не менее 500 единиц в мире общей мощностью до 50 ГВт), а к 2050 г. станут важным элементом мировой энергосистемы (до 2500 единиц мощностью до 250 ГВт). При этом во вводимых мощностях доля МЯЭУ может достигать 35%.

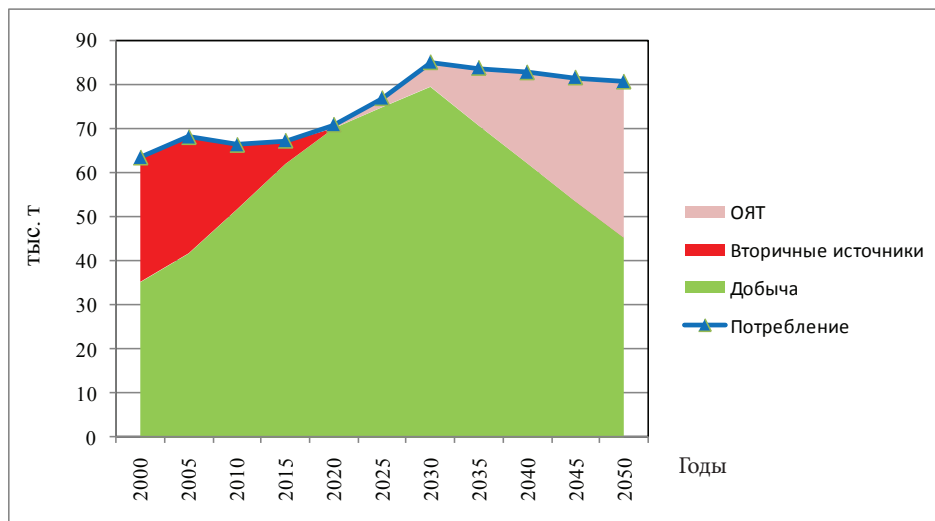
Только в инновационном сценарии удастся в полной мере реализовать преимущества серийного строительства АЭС 3-го и 4-го поколений и снижения капитальных затрат (к 2030 г. – 1600 долл. за 1 кВт мощности, к 2050 г. – 1400 долл.). Особенно значителен эффект для реакторов на быстрых нейтронах после 2030 г., которые в настоящее время строятся в единичных экземплярах. Капитальные затраты упадут с 2800 долл. за 1 кВт электрической мощности в 2000-е гг. до 2200 долл. в 2030 г. и 1600 долл. в 2050 г., что сделает строительство РБН экономически весьма эффективным. Кроме того, удастся снизить затраты на работу с ОЯТ, которые из отходов превращаются в ценный ресурс для производства нового ядерного топлива. Это компенсирует затраты на захоронение РАО и приведет к общему снижению себестоимости электроэнергии АЭС, выводя отрасль на лидирующие позиции в электроэнергетике.

«Урановая проблема»

Вследствие инерции доминирования тепловых реакторов к 2030 г. потребление урана в инновационном сценарии возрастет до 85,1 тыс. т в год.

К 2030 г. ожидается исчерпание вторичных источников и запасов урана, в то время как замкнутый ядерный топливный цикл еще не реализован. В результате добыча урана к 2030 г. должна достигнуть пика на уровне 79,5 тыс. тонн. Такой уровень добычи лежит в пределах возможностей мировой уранодобывающей отрасли. Топливный баланс отрасли останется напряженным до 2030-х гг., но затем его напряженность снизится (рис. 9.12).

В инновационном сценарии проблема будет решаться за счет создания замкнутого ядерного топливного цикла, а также международной системы поставок урана и ядерного топлива. После этого распространение РБН и создание замкнутого ядерного топливного цикла позволят постепенно снизить потребность в природном уране к 2050 г. до 45,0 тыс. т с перспективой дальнейшего снижения до 20 тыс. тонн.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.12. Урановый баланс атомно-энергетической отрасли

К 2050 г. кумулятивное потребление урана составит 2590 тыс. т при доказанных запасах в 5500 тыс. т. и тенденции к дальнейшему сокращению потребления природного урана за счет реализации замкнутого ядерного топливного цикла. Рынок урана к 2030 г. по-прежнему будет контролироваться всего несколькими компаниями и несколькими странами. После 2030 г. роль урановых компаний сократится, поскольку по мере замыкания ядерного топливного цикла потребность в природном уране будет сокращаться.

Рыночная и корпоративная структура атомной энергетики

В инновационном сценарии к 2030 г. корпоративная структура атомно-энергетической отрасли резко усложнится на фоне значительного роста атомной энергетики. Важным фактором изменения корпоративной структуры будут требования обеспечения безопасности и нераспространения ядерного оружия в условиях перехода к реакторам на быстрых нейтронах и создания замкнутого ядерного топливного цикла.

Как следствие, будет создана международная система контроля за поставками ядерного топлива, охватывающая весь ядерный топливный цикл. Будут определены компании (международные или принадлежащие наиболее влиятельным странам), которые будут обеспечивать ядерный топливный цикл, контролировать эксплуатацию АЭС, особенно в развивающихся странах, и гарантировать отсутствие утечек радиоактивных материалов.

Эти функции будут присвоены современными компаниями – лидерами атомно-энергетической отрасли с полным производственным циклом (французская компания Areva, российская государственная корпорация «Росатом»). В этих компаниях в статусе подразделений будет существовать группа компаний: операторов АЭС, урановых компаний, сервисных компаний, а также производителей оборудования и строителей станций.

В рамках создания замкнутого ядерного топливного цикла этот порядок может быть закреплен новым международным соглашением, которое заменит Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) и задаст правила регулирования отрасли. Договор будет определять список стран и компаний, имеющих право контроля над ядерным топливным циклом и его отдельными стадиями, и порядок его формирования. Будет создан мировой реестр ядерных материалов и центры переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ).

Глубокое воздействие на атомно-энергетическую отрасль окажет появление реакторов на быстрых нейтронах (РБН) и замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). Число компаний, производящих оборудование для АЭС, к 2050 г. может сократиться, поскольку не всем удастся перейти к РБН. В результате стандартизации и консолидации в мире останется 2-3 компании, обеспечивающие замкнутый ядерный топливный цикл и производство соответствующего оборудования. Поскольку технологии переработки отработанного ядерного топлива будут доступны только в крайне ограниченном числе стран (Россия, Япония, Франция), то этот бизнес станет ключевым и весьма выгодным. Вместе с тем некоторые разработки в США предполагают создание реакторов на быстрых нейтронах, которые не нуждаются в переработке ядерного топлива.

Инсталляция такого порядка может быть спровоцирована какими-либо инцидентами на АЭС либо прецедентами использования радиоактивных материалов в вооруженных конфликтах или в террористических целях, что позволит потребовать введения контроля над атомной отраслью. Но в случае установления подобного порядка неизбежно формирование группы стран-изгоев, которые не признают его и подвергнутся жестким санкциям со стороны других стран.

Регулятивные и политические проблемы атомной энергетики

В инновационном сценарии проблемы радиационной безопасности будут решаться за счет перехода к реакторам 3-го и 4-го поколений, а проблема ОЯТ – за счет развития реакторов на быстрых нейтронах и создания замкнутого ядерного топливного цикла.

Реакторы на быстрых нейтронах, в принципе, могут быть использованы для получения высокообогащенного урана путем изменения режима их работы и некоторых технологических изменений (например, это имело место в Индии). Однако для реакторов на быстрых нейтронах будут не нужны мощности по обогащению, на которых может быть произведен высокообогащенный уран. Распространение реакторов на быстрых нейтронах может быть безопасным при условии создания замкнутого ядерного топливного цикла и международной системы переработки отработанного ядерного топлива и контроля над ним, что требует создания международной системы контроля над ядерным топливом и заключения соответствующего соглашения для замены Договора о нераспространении ядерного оружия.

В инновационном сценарии, характеризующемся более высоким уровнем международного сотрудничества, такая система будет создана. В 2006 г. по инициативе России создан первый в мире Международный центр по обогащению урана (МЦОУ) на базе Ангарского электролизного комбината. В перспективе Россия может использовать созданные ноу-хау в обогащении урана (наиболее совершенная в мире газоцентрифужная технология), переработки отработанного ядерного топлива (Красноярск) для усиления своих позиций на мировом рынке. Функции по производству, хранению и переработке ядерного топлива к 2030 г. будут сосредоточены всего в нескольких странах (Россия может стать одним из лидеров в этом отношении); вероятно заключение международного соглашения по контролю над ядерным топливом, определяющее круг стран, ответственных за его производство, хранение и распределение.

К 2030 г. возможно создание реакторов на быстрых нейтронах нового поколения, которые не будут требовать периодической загрузки ядерным топливом, что резко смягчит проблему нераспространения, а также техно-

логий работы с ядерным топливом, полностью исключаящих его использование в военных целях. Вместе с тем в инновационном сценарии в силу быстрого технологического прогресса в большинстве стран мира повышение доступности ядерных технологий в развивающихся странах практически неизбежно. Однако в силу интенсивного международного сотрудничества и интеграции оно не будет иметь катастрофических последствий.

Резюме

В инновационном сценарии атомная энергетика перейдет на новый уровень технологического развития и станет одним из факторов энергетической революции. Ее развитие будет решать ряд системных проблем мировой энергетике, а именно – потребность в мощном, надежном, дешевом, независимом от поставок топлива и природных условий источнике энергии со стабильной выработкой.

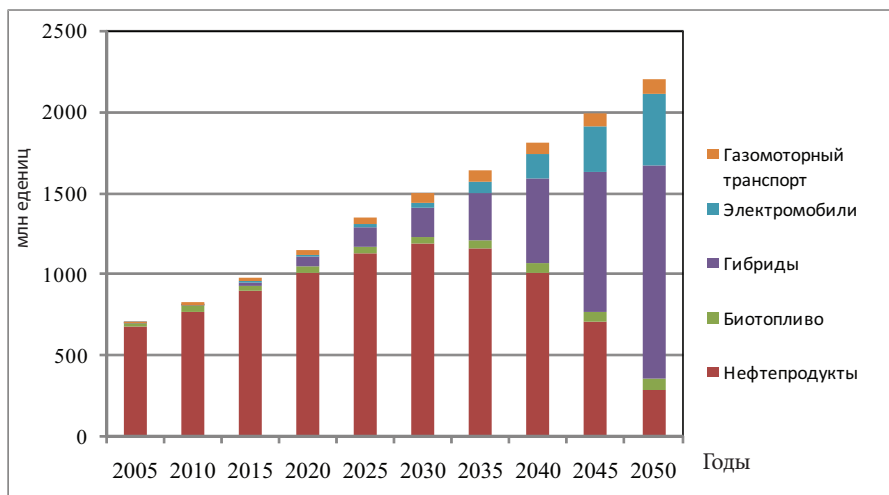
9.5. Нефтяная отрасль

Главным фактором снижения потребления нефти будет изменение структуры мирового автопарка, а также введение ограничений на выбросы CO₂ и инновационное развитие других отраслей энергетике.

Транспортный сектор

Мировой автопарк возрастет к 2030 г. до 1500 млн (2010 г. – 825 млн), а к 2050 г. – до 2200 млн (рис. 9.13); 90% прироста придется на развивающиеся страны. Структура производства автомобилей и мирового автопарка к 2050 г. претерпит радикальные изменения. Главным трендом будет развитие гибридов и электромобилей. Этот процесс приведет как к снижению доли двигателя внутреннего сгорания и нефтепродуктов, так и к снижению перспектив роста других альтернатив нефтепродуктам (биотоплива, газомоторного топлива), доля которых в обеспечении транспорта энергией не превысит 3-4%.

Парк электромобилей и гибридов к 2030 г. возрастет в 100 раз по сравнению с уровнем 2010 г. и достигнет 14% мирового автопарка, а к 2050 г. – еще в 8,5 раза до 80%. Гибридные автомобили к 2030 г. составят 20% мирового выпуска автомобилей, к 2050 г. – 85%. Основой роста как гибридов, так и электромобилей будет быстрый технологический прогресс, рост мощности и емкости аккумуляторов при снижении их стоимости. При этом будет возвращена необходимая инфраструктура. Доля электромобилей к 2050 г. достигнет 10% производства, а выпуск автомобилей с двигателем внутреннего сгорания почти прекратится.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.13. Динамика мирового автопарка в 2005-2050 гг.

Тем не менее такой рост до 2030 г. не сможет полностью компенсировать быстрый рост мирового автомобильного парка. Мировой парк автомобилей с двигателем внутреннего сгорания возрастет к 2030 г. до 1185 млн (2010 г. – 773 млн), но после 2030 г. радикальное повышение эффективности гибридов и электромобилей обусловит быструю перестройку рынка. К 2050 г. парк автомобилей, оснащенных только двигателем внутреннего сгорания, снизится до 286 миллионов.

Спрос на нефтепродукты в транспортном секторе к 2030 г. снизится на 6% (с 2031 г. до 1901 млн т н.э.), а к 2050 г. – до 1175 млн т (преимущественно за счет снижения потребления со стороны гибридов). Доля нефтепродуктов в энергообеспечении транспорта снизится с 96% в настоящее время до 86% в 2030 г. и 53% в 2050 году. В инновационном сценарии формируется сложная структура энергопотребления на транспорте без преобладания одного вида топлива, альтернативного нефтепродуктам. При этом электрическая тяга будет особенно активно распространяться на железнодорожном и городском пассажирском транспорте.

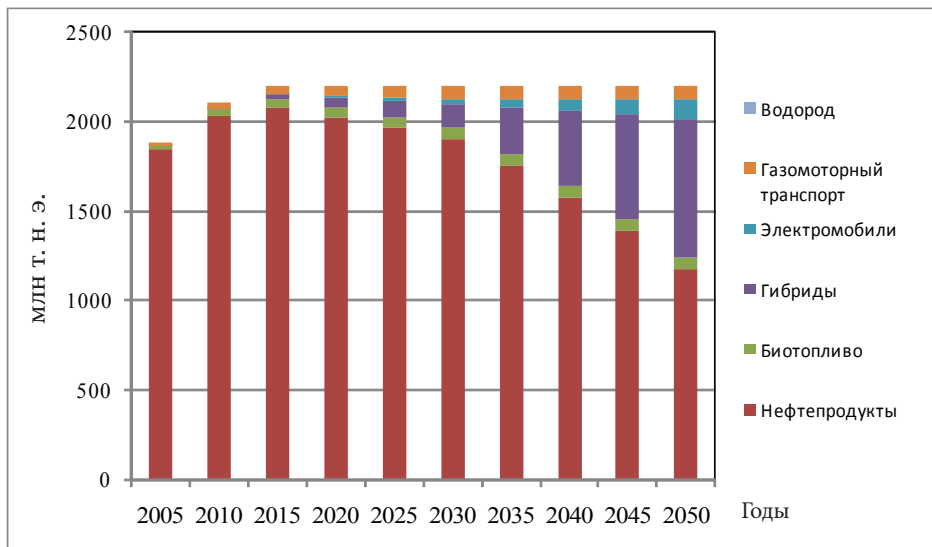
Для энергетики важнейшим последствием будет начало сокращения спроса на нефть. Если физический объем спроса в силу инерции начнет снижаться только после 2025 г., то перспективы отрасли с появлением эффективных электромобилей уже с 2020 г. будут оцениваться очень низко. Уже к 2030 г. мировая добыча нефти может упасть ниже современного уровня, а к 2050 г. сокращение может стать многократным. По существу,

нефтяной сектор в 2020-2050 гг. будет переживать драматический процесс сворачивания, который в 1950-1980-е гг. переживала угольная отрасль ряда европейских стран, но в глобальном масштабе.

После 2020 г. это приведет к следующим основным последствиям:

- 1) доля нефти в мировом топливно-энергетическом балансе начнет быстро сокращаться;
- 2) радикально сократятся инвестиции в нефтяной сектор;
- 3) цены на нефть как «ресурс вчерашнего дня» резко снизятся;
- 4) биржевой механизм ценообразования на нефть будет испытывать кризис, а участие в нем спекулянтов резко сократится;
- 5) начнется сворачивание добычи, в первую очередь в регионах с высокими экономическими издержками или с высокими политическими рисками;
- 6) начнется глубокая перестройка мировой нефтеперерабатывающей промышленности в направлении перехода от топливной к нефтехимической схеме переработки при общем сокращении объемов переработки нефти;
- 7) резко сократится зависимость современных стран – импортеров нефти от внешних поставок;
- 8) резко ослабеют позиции стран – экспортеров нефти.

Структура потребления топлива на транспорте до 2050 г. представлена на рис. 9.14.

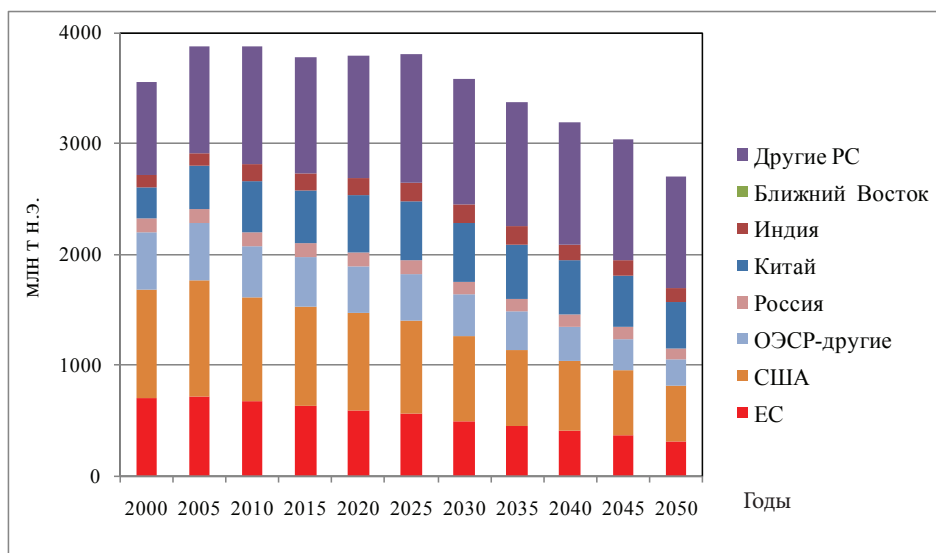


Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.14. Структура потребления топлива на транспорте в 2005-2050 гг.

Динамика спроса на нефть

В инновационном сценарии мировое потребление нефти к 2030 г. снизится до 3641 млн т н.э., или на 4,5%, а к 2050 г. – до 2757 млн т н.э. (рис. 9.15). Доля развивающихся стран возрастет к 2050 г. до 56% (2010 г. – 43%). Потребление в развитых странах к 2030 г. по сравнению с 2010 г. снизится на 21%, а в развивающихся странах возрастет на 9%. К 2050 г. потребление упадет ниже уровня 2010 г. как в развитых, так и в развивающихся странах (на 26 и 15% соответственно).

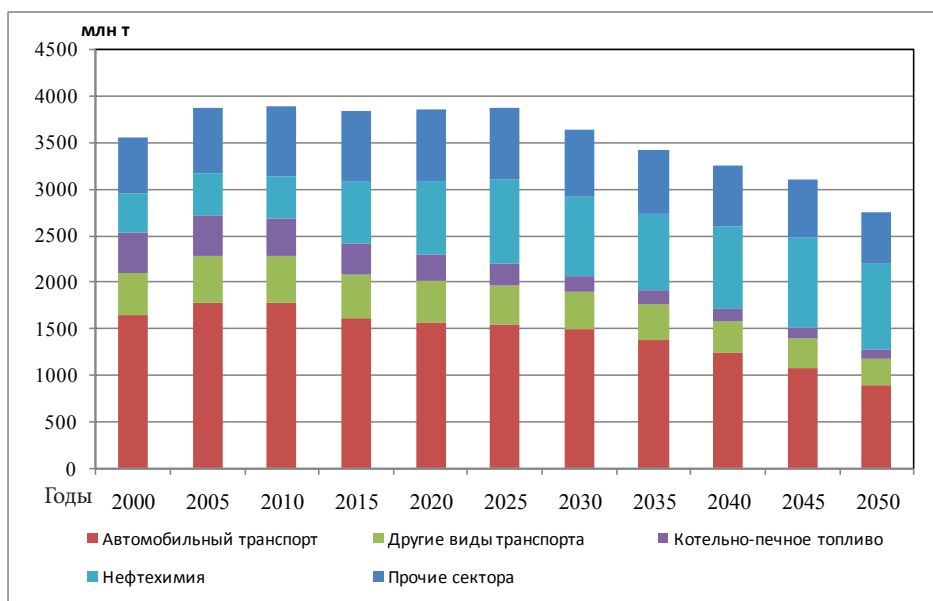


Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.15. Динамика мирового потребления нефти в 2000-2050 гг.

Структура потребления нефти до 2050 г. представлена на рис. 9.16. Доля транспортного сектора в потреблении нефти до 2030 г. будет стабильной на уровне 52%, а к 2050 г. упадет до 42%. При этом возрастет потребление нефти в химической промышленности.

Нефть постепенно будет переходить из категории топливно-энергетических ресурсов в категорию химического сырья. Этот процесс вызовет глубокую трансформацию нефтепереработки с изменением схем работы НПЗ.



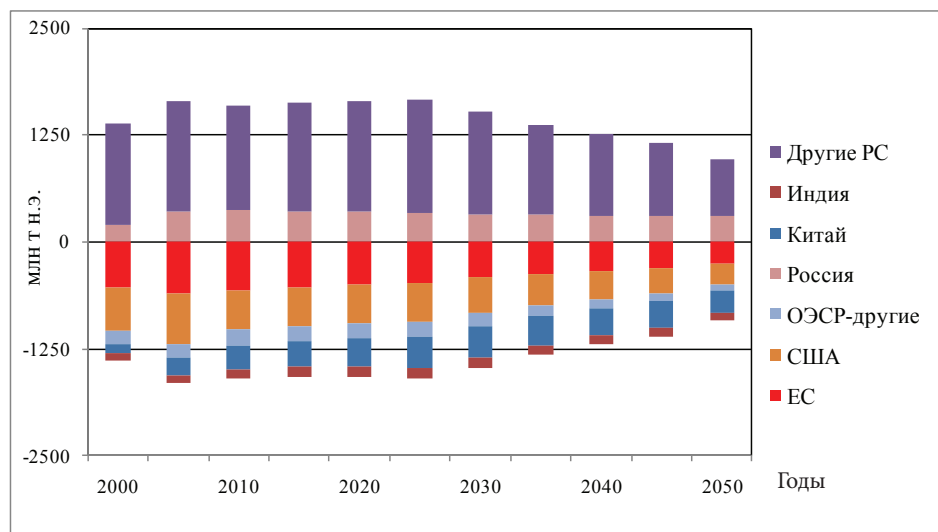
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.16. Структура потребления нефти в 2000-2050 гг.

Проблемы развития нефтяной отрасли

Снижение объемов добычи нефти и быстрый технологический прогресс будут способствовать концентрации добычи на месторождениях с оптимальными природными и геологическими условиями и снижению издержек. К 2030 г. «закрывающая цена» составит 130 долл. за 1 т, что несколько ниже современного уровня, а к 2050 г. – 110 долларов. С учетом инвестиционных затрат к 2030 г. «закрывающая цена» составит 40 долл. за баррель, к 2050 г. – 30 долларов.

В инновационном сценарии международная торговля будет обеспечивать 65-68% мирового потребления нефти, а межрегиональная торговля – 44-48% с некоторой тенденцией к снижению. При этом абсолютные объемы межрегиональной торговли снизятся более чем в 1,5 раза (рис. 9.17), особенно за счет импорта в США и ЕС и экспорта из Ближнего Востока.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.17. Межрегиональные поставки нефти в 2000-2050 гг.

Географические последствия реализации сценария фазового перехода зависят от политической обстановки в мире. Он даст возможность концентрации добычи на Ближнем и Среднем Востоке как регионе с минимальными издержками в случае политической стабильности в регионе и преобладания экономических мотивов. Кроме того, он даст возможность многим странам-импортерам удовлетворить собственные быстро сокращающиеся потребности за счет роста собственной добычи, что может привести к обвалному падению добычи именно на Ближнем и Среднем Востоке (в случае политической нестабильности в регионе или ухудшения отношений с потребителями).

Ценовая ситуация на мировом энергетическом рынке и геополитическая обстановка в мире резко изменятся сразу после осознания реальной перспективы отхода от нефти и значительно раньше, чем такой отход и падение потребления фактически произойдут. Геополитическое значение Ближнего и Среднего Востока резко упадет, что приведет к сокращению присутствия ведущих мировых держав в регионе. С учетом наличия в регионе множества явных или потенциальных конфликтов это может привести к его дестабилизации. Резко осложнится положение России, которая будет вынуждена форсировать диверсификацию экспорта и национальной экономики.

Корпоративная структура нефтяной отрасли

После 2020 г. в связи с быстрым прогрессом в создании электромобилей начнется корпоративная перестройка отрасли. Главным фактором такой перестройки будет осознание завершения нефтяной эры. Нефтяные компании будут вынуждены реализовывать различные стратегии выхода из нефтяного бизнеса. Такими стратегиями могут быть: 1) переход в газовый бизнес, 2) переход в другие отрасли энергетики – электроэнергетику, возобновляемую энергетику, 3) концентрация на нефтехимии, 4) превращение в инвестиционные структуры и выход из энергетического бизнеса.

Переход в газовый бизнес. Для многих нефтяных компаний основной стратегией станет переход в наиболее близкий организационно и технологически газовый бизнес. При переходе в газовый сектор преимущество будут иметь компании, имеющие газовые активы или базирующиеся в странах со значительными запасами природного газа. Приход нефтяных компаний резко обострит конкуренцию в газовом секторе, что в сочетании со стагнацией спроса приведет к снижению цен и общему осложнению ситуации для производителей.

Переход в электроэнергетику и возобновляемую энергетику. Другие нефтяные компании, не имеющие возможности ухода в относительно близкий по технологиям и организации газовый бизнес, будут вынуждены уходить в электроэнергетический бизнес, в возобновляемую энергетику или на рынок энергосервисных услуг. При переходе в электроэнергетику, возобновляемую энергетику или энергосервисные услуги преимущество будут иметь международные нефтяные компании (МНК), уже имеющие соответствующие направления бизнеса (Shell, BP и др.).

Концентрация на нефтехимии. При переходе в нефтехимию преимущество будут иметь независимые нефтеперерабатывающие компании, а также МНК с крупной и технологически совершенной нефтепереработкой и нефтехимическими подразделениями.

Превращение в инвестиционные структуры. Потенциальный размер секторов энергетического бизнеса, в которые могут перейти нефтяные компании, намного меньше, чем современный размер нефтяного бизнеса. Это создаст ожесточенную конкуренцию за возможность перехода, который удастся совершить меньшинству нефтяных компаний.

В наиболее благоприятном положении будут находиться международные нефтяные компании. Национальные нефтяные компании стран – экспортеров углеводородов окажутся в более тяжелом положении, поскольку альтернативные виды бизнеса развиты у них сравнительно слабо. Исключение составляют ННК, имеющие значительный газовый бизнес. Национальные нефтяные компании стран – импортеров углеводородов будут вынужде-

ны перепрофилироваться в направлении многоотраслевых энергетических компаний.

Как следствие, большинство нефтяных компаний будут вынуждены полностью уйти из энергетического бизнеса. Это не будет означать исчезновения этих компаний, поскольку они успели накопить достаточные финансовые ресурсы. За счет сворачивания инвестиций при продолжении операционной деятельности, а также распродажи ряда активов они получат возможность после прекращения основной деятельности эволюционировать в направлении инвестиционных фондов, а затем войти в другие виды бизнеса. Поскольку сворачивание нефтяного бизнеса будет идти не менее 30 лет, прекратят свое существование только нефтяные компании с неэффективным управлением, не сумевшие адаптироваться к новым условиям. Для независимых компаний в нефтегазовом секторе этот процесс будет более сложным в связи с их малой капитализацией и специализацией на узком рынке. Часть из них сохранится, обслуживая сократившийся нефтяной рынок, но большинство независимых компаний исчезнут.

После завершения трансформации нефтяного рынка на нем останутся компании следующих типов: 1) сравнительно небольшие и немногочисленные собственно нефтяные компании или подразделения диверсифицированных энергетических компаний, 2) нефтеперерабатывающие и нефтехимические компании, частично входящие в диверсифицированные энергетические компании. Главным изменением будет исчезновение МНК и ННК как ключевых компаний мировой энергетики, занимающих лидирующие места среди корпораций по выручке, прибыли и капитализации.

Структура нефтяного рынка и регулирование нефтяной отрасли

По прогнозу ИЭС, уровень цен на нефть в инновационном сценарии до 2020 г. будет высоким и весьма волатильным в коридоре 60-120 долл. за баррель в ценах 2010 года. К 2020 г. в инновационном сценарии нефть будет «ресурсом вчерашнего дня», поэтому макроэкономическое и финансовое значение нефтяного рынка резко сократится. Биржевой характер ценообразования сохранится, но исчезнут предпосылки для отрыва цен от фундаментальных показателей. После 2020 г. начнется устойчивое снижение цен, которое после 2030 г. под воздействием межтопливной конкуренции станет необратимым.

После 2030 г. сложится новая модель нефтяного рынка. При этом роль биржевой торговли будет снижаться. После 2030 г. цены на нефть будут зависеть от цен на нефтепродукты, последние – от стоимости альтернативных видов энергии на транспорте, а последние – от технологического развития. К 2030 г. рынок нефтепродуктов будет подвергаться постоянному воздей-

ствию экспансии электромобилей, что выразится в постепенном падении объемов спроса и цен.

Такая модель будет способствовать снижению цен на нефть. Нефтяной бизнес после 2030 г. может стать убыточным. Во многих странах нефтяной сектор станет дотироваться государством, если эффективной замены нефтепродуктам на транспортном рынке не будет, исходя из социальных и политических соображений, необходимости управляемого сворачивания инфраструктуры, а также поддержания необходимых (но падающих) объемов добычи. Такое положение будет сопровождаться банкротством ряда компаний и ликвидацией добычи в районах с высокими издержками. Дополнительным фактором отказа от нефти будут экологический фактор и периодические аварии при добыче.

Резюме

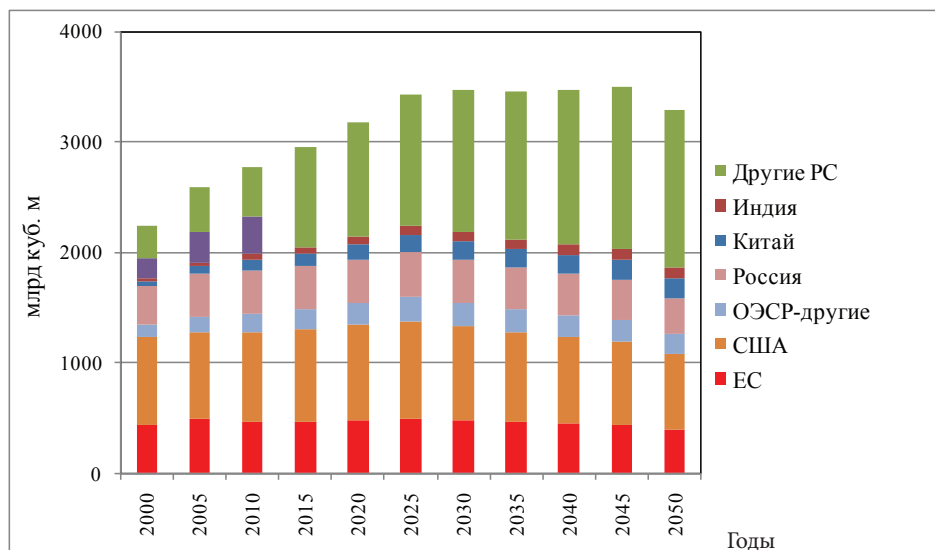
Нефтяная отрасль в инновационном сценарии быстро сворачивается в силу сдвига спроса к альтернативным видам топлива на транспорте и в электроэнергетике. Сдвиг потребления к нефтехимии не сможет полностью компенсировать спад спроса в других секторах и будет ограничен развитием технологий повторного использования пластиков и других продуктов нефтехимии.

9.6. Газовая отрасль

Динамика потребления природного газа

В инновационном сценарии мировое потребление природного газа к 2030 г. возрастет до 3655 млрд куб. м по сравнению с 2448 млрд куб. м в 2010 г., или на 32%, а к 2050 г. упадет до 3432 млрд куб. м (рис. 9.18). Произойдет сдвиг потребления природного газа в развивающиеся страны. Если в 2010 г. на развивающиеся страны приходилось только 34% потребления природного газа (1980 г. – 12%, 2000 г. – 25%), то к 2030 г. она составит 42%, а к 2050 г. – 50%.

Абсолютный объем потребления природного газа в странах ОЭСР после кризиса 2008-2009 гг. будет расти крайне медленно из-за насыщения рынка и растущей межтопливной конкуренции. Рост к 2030 г. по сравнению с 2010 г. составит 6,8%, а к 2050 г. потребление снизится по сравнению с уровнем 2010 г. на 13%. В развивающихся странах к 2030 г. спрос вырастет на 64% по сравнению с современным уровнем, а в 2030-2050 гг. – еще на 10%.



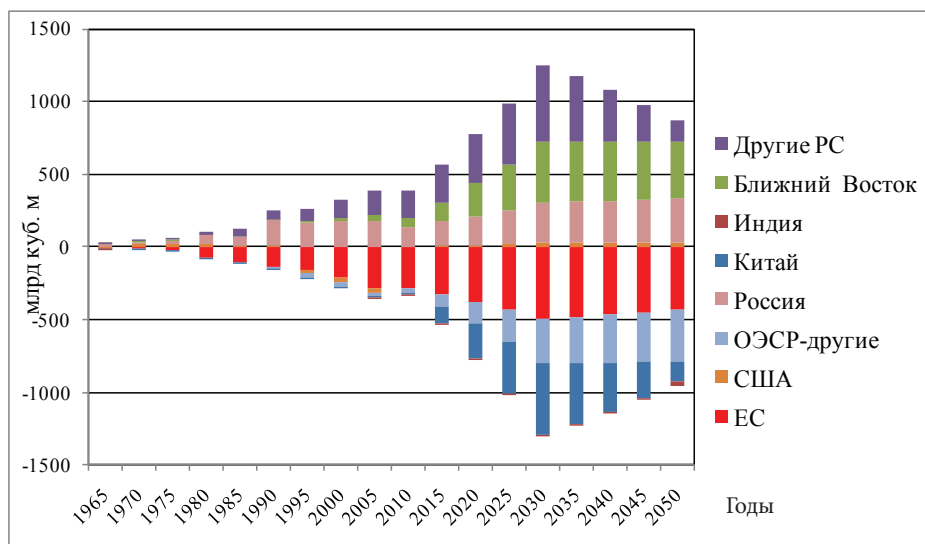
Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.18. Динамика мирового потребления природного газа в 2000-2050 гг.

Проблемы развития газовой отрасли

Благодаря ограниченным масштабам добычи и повышению экономической эффективности «закрывающая цена» в 2010-2050 гг. будет стабильной в районе 110-120 долл. за 1 тыс. куб. м, что станет фундаментальной предпосылкой стагнации цен. Не потребуются существенная по объемам добыча нетрадиционных видов природного газа в других регионах, кроме США, где она уже получила развитие. К 2030 г. она составит до 11% мировой добычи, или 400 млрд куб. м.

В инерционном сценарии международная торговля природным газом к 2030 г. растет по сравнению с 2010 г. в 1,4 раза до 1200 млрд куб. метров. С 2030 г. мировая торговля начинает снижаться и в 2050 г. составляет 800 млрд куб. м, или 30% мирового потребления (рис. 9.19). Динамика международной торговли аналогична другим сценариям, но с существенно более низкими объемами. При этом ее доля в потреблении практически не меняется, оставаясь на уровне около 30%. Таким образом, в интеграции мирового газового рынка нет необходимости, что снижает его геополитическое значение.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.19. Межрегиональная торговля природным газом

Доля ведущих экспортеров не претерпит существенных изменений. Доля России в мировом межрегиональном нетто-экспорте упадет к 2030 г. с 38 до 30%, а доля стран Ближнего Востока (Катар, Иран) возрастет с 17 до 30%. Международная торговля будет расти за счет поставок в страны Азии, где спрос на природный газ будет возрастать особенно быстро при малых объемах собственной добычи. Но при этом не произойдет резкого роста китайского рынка: к 2030 г. его объем не превысит 175 млрд куб. м (2010 г. – 95 млрд).

В международной торговле природным газом возрастет доля сжиженного природного газа. К 2030 г. доля СПГ составит до 50% международной торговли по сравнению с 27,5% в 2010 году. Несмотря на такой рост, мировой рынок природного газа не сложится. Поставки СПГ будут носить макрорегиональный характер (в рамках атлантического и тихоокеанского рынков).

Рост доли международной торговли природным газом и особенно поставок СПГ будет фундаментальной технологической предпосылкой для развития конкуренции «газ-газ». Доля спотовых поставок с конкуренцией «газ-газ» возрастет с 25% в 2010 г. до 60% к 2030 году. При этом после 2030 г. конкуренция «газ-газ» будет сочетаться с реальной межтопливной конкуренцией. Как и в других отраслях энергетики, цены на первичные топливно-энергетические ресурсы будут привязаны к ценам конечных потребительских продуктов и услуг.

Как следствие, газовые компании будут зависеть от ситуации на других энергетических рынках и играть второстепенную роль по сравнению с электроэнергетическими, сбытовыми и энергосервисными компаниями. Это будет препятствовать консолидации отрасли. К 2030 г. концентрация добычи среди компаний-лидеров в газовой отрасли не увеличится по сравнению с современным уровнем. Напротив, возрастут разнообразие поставщиков и конкуренция между ними.

В инновационном сценарии роль газовой отрасли будет ниже, чем в других сценариях, а напряженность геополитических противоречий, как следствие, существенно ниже. Страны-поставщики и страны-транзитеры потеряют возможность эффективного давления на потребителей. Это приведет к прекращению «войны трубопроводов» после 2020 г. и снижению роли особенно стран Центральной Азии за счет роста роли поставок СПГ. В 2020-е гг. важнейшим риском станут вооруженные конфликты в Центральной Азии и на Ближнем Востоке. В 2030-е гг. этот риск будет снижаться как в силу снижения уровня геополитических противоречий, так и в силу развития альтернативных источников энергии.

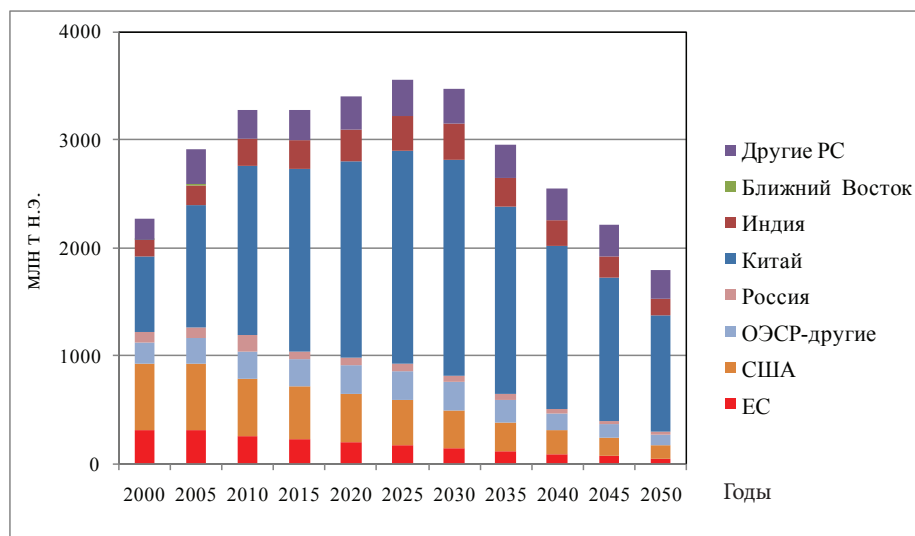
Резюме

Развитие газовой отрасли в инновационном сценарии будет весьма динамичным, однако с 2030 г. начнет сталкиваться с серьезной конкуренцией со стороны атомной и возобновляемой энергетики. Эта конкуренция приведет к некоторому снижению объемов добычи, к ограничению роста цен в геополитической значимости отрасли, потребует снижения издержек и повышения гибкости в удовлетворении конечного спроса.

9.7. Угольная отрасль

Динамика угольной энергетики

В инновационном сценарии мировое потребление угля вырастет к 2030 г. до 3526 млн т н.э. по сравнению с 3278 млн т н.э. в 2010 г., или на 7,5%. Такие низкие темпы роста означают радикальный слом тенденций 2000-х годов. После 2030 г. изменение трендов продолжится, и угольная отрасль начнет быстро сворачиваться. К 2050 г. мировое потребление упадет на 45% ниже уровня 2010 г. (по отношению к 2030 г. – вдвое), что является исторически одним из самых высоких темпов спада (рис. 9.20). Решающую роль будут играть процессы в Китае (2010 г. – 47% мирового потребления). К 2030 г. потребление угля в Китае на 27% превысит уровень 2010 г., но затем начнется быстрое сокращение, и к 2050 г. потребление составит только 70% от уровня 2010 года.



Источник: расчеты ИЭС.

Рис. 9.20. Мировое потребление угля в 2000-2050 гг.

Проблемы развития угольной отрасли

В инновационном сценарии межрегиональная торговля углем к 2030 г. возрастет только на 40% (с 400 до 560 млн т н.э., или 16% мирового потребления). В инновационном сценарии появление технологий эффективного транспорта угля (поставки газифицированной продукции, трубопроводные поставки) после 2030 г. может привести ко второй волне роста межрегиональных поставок. Рост добычи и экспорта в нескольких крупнейших районах дешевой угледобычи при закрытии маломощных и неэффективных шахт в других регионах будет способствовать консолидации отрасли, которая неизбежна во всех сценариях. Угольная отрасль, как и нефтяная, будет эволюционировать от наиболее массовой отрасли топливно-энергетических ресурсов в направлении использования угля как химического сырья. В условиях быстрого сворачивания отрасли неизбежны ее стремительная консолидация и интеграция с химическим бизнесом. При этом сохраняющаяся часть угольной энергетики претерпит радикальные изменения по сравнению с современным уровнем. В 2010-2020-е гг. получают широкое распространение энергоблоки со сверхкритическими (СКПП) и суперсверхкритическими (ССКПП) параметрами пара, а также новые способы сжигания угля (в кипящем слое, в угольной пыли, с внутрицикловой газификацией). В условиях ужесточения экологических ограничений и роста

цен на уголь внедрение указанных технологий станет рентабельным, особенно учитывая потенциал их удешевления.

Резюме

В инновационном сценарии угольная энергетика постепенно уступает место атомной и возобновляемой энергетике, причем главной причиной является не соотношение затрат, а неспособность угольной энергетике удовлетворить системные потребности мировой энергетике в автономном и распределенном энергоснабжении, поскольку уголь может быть эффективно использован только на мощных электростанциях.

9.8. Региональный аспект мировой энергетике

В инновационном сценарии рост разрыва между странами-производителями и странами-потребителями будет продолжаться до 2030 г., но низкими темпами. После 2020 г. этот разрыв начнет сокращаться, поскольку развитие новых технологий в энергетике снизит зависимость большинства стран от импорта энергоносителей, несмотря на быстрый рост спроса в развивающихся странах Азии и продолжение роста спроса в развитых странах. Это будет достигнуто за счет развития атомной энергетике и возобновляемых источников энергии. Кроме того, важным фактором повышения самообеспеченности станет интеграция электроэнергетических систем крупных регионов – Европы, Северной Америки, СНГ, в более отдаленной перспективе – Восточной Азии.

Международная торговля энергоносителями

В инновационном сценарии международная торговля в нефтегазовом секторе будет медленно расти до 2020 г., а затем достаточно быстро сокращаться (табл. 9.1). Однако будет возрастать территориальный разрыв в развитии атомно-энергетической отрасли между добычей уранового сырья, производством оборудования и эксплуатацией АЭС.

Переход к энергетике нового типа позволит преодолеть территориальный разрыв в зоне инновационной энергетике к 2050 г., что снизит значимость для энергообеспечения международных конфликтов, противостояния стран и топливной энергетике. Но в самой зоне топливной энергетике территориальный разрыв сохранится и может даже возрасти. Сохраняется и даже возрастает технологический разрыв между регионами мира, а также разрыв между немногочисленными странами, способными к созданию новых энергетических технологий и производству соответствующего оборудования, и многочисленными странами, отстающими в технологическом развитии.

Таблица 9.1. Нетто-экспорт (+) и нетто-импорт (-) ТЭР по регионам мира, млн т н.э.

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.
ЕС	-572	-416	-258	-288	-492	-433	-103	-92	-51
США	-459	-419	-243	3	26	35	47	45	73
ОЭСР- другие	-182	-158	-62	-25	-303	-359	-3	11	103
Россия	369	327	298	138	275	305	58	75	80
Китай	-276	-364	-262	-15	-502	-136	-23	-301	-388
Индия	-113	-116	-91	-13	0	-24	-34	-31	204
Ближ- ний Восток	820	950	900	62	424	387	-90	-80	-70
Другие РС	413	249	-233	189	521	139	279	440	75

Источник: расчеты ИЭС.

Уровень самообеспеченности крупных регионов мира

В 2010-2050 гг. степень самообеспеченности традиционных **регионов-импортеров** (развитых стран) возрастет, новых регионов импортеров (развивающихся стран Азии) – снизится, экспорт из традиционных **регионов-экспортеров** будет снижаться в абсолютном и относительном выражении (табл. 9.2). Это ослабит позиции стран-экспортеров ТЭР и усилит позиции развитых стран.

Традиционные регионы-импортеры. В 2010-2050 гг. уровень самообеспеченности ЕС и особенно США собственными первичными источниками энергии несколько возрастет, хотя зависимость ЕС от импорта природного газа продолжит увеличиваться. Интенсивное снижение спроса на нефть, особенно после 2020 г., и медленный рост спроса на природный газ при росте атомной и возобновляемой энергетики ведут к снижению роли импорта энергоносителей.

Традиционные регионы-экспортеры. На Ближнем Востоке, в Африке, России и Центральной Азии к 2030 г. уровень добычи нефти и газа будет превышать уровень внутреннего потребления не в 3-4 раза (как в 2008 г.), а только в 2-2,5 раза. В этих регионах трансформация энергетики в направлении сокращения спроса на углеводороды будет происходить медленнее, чем в других регионах, что приведет к относительному снижению экспорта при росте внутреннего потребления.

Таблица 9.2. Уровень самообеспеченности по регионам мира, %

	Нефть			Газ			Уголь		
	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.	2010 г.	2030 г.	2050 г.
ЕС	14,8	16,1	18,9	37,3	14,4	10,7	60,5	35,2	0,0
США	51,2	45,5	50,7	100,4	103,1	105,1	108,9	112,8	157,3
ОЭСР- другие	60,6	58,2	74,3	85,1	42,1	55,6	98,8	104,0	207,1
Россия	395,2	389,3	391,2	135,5	169,3	193,8	169,9	235,0	504,3
Китай	40,6	30,5	36,4	85,0	75,0	25,1	98,5	85,0	64,3
Индия	24,2	30,9	30,4	75,0	99,6	74,4	86,2	90,6	239,2
Ближ- ний Восток	344,0	337,5	300,0	118,0	205,9	186,0	5,3	5,9	6,7
Другие РС	156,2	133,6	58,5	142,6	158,3	114,2	215,3	282,9	139,4

Источник: расчеты ИЭС

Новые регионы-импортеры. В развивающихся странах Азии смена модели экономического развития на менее энергоемкую приведет к снижению эластичности прироста энергопотребления по приросту ВВП. Кроме того, внедрение современных энергосберегающих технологий, развитие атомной энергетики и ВИЭ нового поколения окажут сдерживающее влияние на рост потребления нефти и природного газа. Как следствие, к 2030 г. импорт этих энергоресурсов возрастет, но по сравнению с другими сценариями сравнительно слабо.

Переход к новой модели экономического роста будет сопровождаться глубоким кризисом, особенно в Китае, однако к 2030 г. он будет преодолен. К 2030 г. именно развивающиеся страны Азии станут главным потребителем моторного топлива, поскольку переход к использованию электромобилей в них будет происходить медленнее, чем в развитых странах. Произойдет сдвиг мирового спроса на углеводороды из стран ОЭСР в Восточную, Юго-Восточную и Южную Азию. Развивающиеся страны Азии станут наиболее зависимым от мирового нефтяного и газового рынка регионом. В 2020-е гг. и позднее эта зависимость будет быстро преодолеваться, но только при условии быстрой смены модели развития в азиатских странах.

Геополитические проблемы энергетической безопасности

В инновационном сценарии острота основного противоречия современной энергетики между странами-поставщиками и странами-потребителя-

ми энергии снижается. Вместе с тем растут противоречия между странами с инновационной энергетикой (преимущественно развитые и некоторые лидирующие развивающиеся страны) и странами с традиционной топливной энергетикой (Ближний и Средний Восток, Африка и, возможно, Россия как поставщики, Китай, Индия и страны Юго-Восточной Азии как потребители). Развитие стран с инновационной энергетикой будет в меньшей степени зависеть от внешних поставок энергоносителей. Для стран с традиционной топливной энергетикой (в том числе для большинства стран – экспортеров энергоносителей, включая Россию) развитие инновационных процессов станет серьезным вызовом через снижение экспортных доходов и физического экспорта энергоносителей, а в перспективе – через потерю своего места в международном разделении труда.

Острота указанного противоречия трудно прогнозируема. **В негативном сценарии** мир разделится на две зоны – зону инновационной энергетики и зону топливной энергетики. В развивающихся странах Азии станет законсервирована индустриальная модель развития, которая со временем будет утрачивать свою эффективность. Она приведет к росту спроса на топливные источники энергии. Разрыв в технологическом уровне между зонами будет возрастать. При этом проблема энергетической безопасности будет важна только для стран с топливной энергетикой.

В позитивном сценарии сдвиг в направлении инновационной энергетики происходит во всех ключевых странах мира, причем если развитые страны могут использовать преимущество более высокого уровня развития, то в развивающихся странах меньше инерция созданных основных фондов предшествующего этапа развития. Для России в этом сценарии главным вызовом будут осуществление своевременного перехода к энергетике нового типа и диверсификация экономики. Развивающиеся страны Азии заинтересованы в переходе на новую, менее энергоемкую модель развития по мере завершения стадии активной индустриализации и в создании соответствующей инновационной энергетики. Условием успешной смены модели развития является создание механизма технологического трансфера в развивающиеся страны технологий из развитых стран. С учетом собственных достижений развивающихся стран в научно-техническом прогрессе резкая перестройка энергетики в этих странах может начаться в 2020-е годы.

В 2010-е гг. обеспечение безопасности критических точек мировых энергетических коммуникаций будет оставаться острой политической проблемой. После 2020 г. значение Ближнего и Среднего Востока и мировых энерготранспортных коммуникаций начнет снижаться вследствие снижения роли нефти в мировой энергетике. Падение спроса и цен приведет к резкому ухудшению экономической ситуации в странах-экспортерах.

Падение цен в 2020-е гг. будет резким, но некоторое время будут сохраняться надежды на последующий рост цен, как это уже было в истории

мирового энергетического рынка. Однако затем устойчивая тенденция к снижению мирового спроса на нефть перечеркнет эти надежды. В сочетании с истощением финансовых резервов это может спровоцировать острый кризис в некоторых странах Ближнего и Среднего Востока, поскольку большинство из них отличаются низкой степенью диверсификации экономики, а проекты в других отраслях опираются на доходы от экспорта нефти.

К 2025 г. или позднее этот кризис может привести к социально-политическим потрясениям на Ближнем Востоке. В этот период возможен «последний нефтяной кризис», когда в одной или нескольких из этих стран произойдет либо внутренний социальный взрыв, либо внешний конфликт. В условиях снижающейся, но еще достаточно высокой зависимости мировой экономики от нефти кризис нанесет значительный ущерб и развитым странам, но ускорит их отход от нефти как основного вида топлива.

Частичной компенсацией снижения значимости нефтяных ресурсов станет сохранение значения природного газа. Это позволит отчасти сохранить свою роль в мировой энергетике Катару, Ирану, России и странам Центральной Азии. Но цены на газ также окажутся под давлением, поэтому контроль над его ресурсами и транзитом перестанет быть столь значимой проблемой международной политики.

В 2010-е гг. роль ОПЕК несколько возрастет в связи с ростом значения фундаментальных факторов на нефтяном рынке. В 2020-е гг. в связи с перспективой, а затем и началом снижения спроса на нефть по мере распространения электромобилей роль ОПЕК резко снизится. На падающем рынке попытки ОПЕК удержать цены путем сокращения квот на добычу приведут только к ускорению отхода от нефтепродуктов в пользу других видов топлива, а также к замене поставок ОПЕК поставками из других стран. Снижение влияния ОПЕК будет происходить, несмотря на рост доли ОПЕК в мировой добыче нефти, что будет обусловлено ее свертыванием в первую очередь в районах с высокими издержками.

Ослабление традиционных геополитических конфликтов за доступ к ресурсам углеводородов будет сочетаться с формированием новых геополитических проблем. В инновационном сценарии практически неизбежным станет быстрое распространение в мире ядерных технологий. Противостояние относительно ядерных программ ряда стран станет важным фактором мировой политики. Это может создать значительные политические сложности для развития ядерной энергетики. Особое значение будет иметь распространение малых ядерных энергетических установок. Однако в инновационном сценарии будут найдены технологические решения, исключающие возможность утечки ядерных материалов и их использования в военных или террористических целях, и политические механизмы контроля над ними через создание международной системы оборота ядерного топлива.

Могут возникнуть новые конфликты, связанные с функционированием крупных рынков электроэнергии и транзитом электроэнергии. Эти разно-

гласия с учетом необходимости регулирования сетей в режиме реального времени могут привести к крупным сбоям в работе энергосистем.

Угрозу конфликта может создать использование новых источников энергии и новых энергетических технологий, которые будут развиваться в отдельных странах, в то время как другие страны будут считать их опасными с различных точек зрения (социальной, экологической, военной и пр.).

Формирование глобального энергетического рынка потребует введения глобальных правил его работы. Уже в 2010-е гг. будут приняты правила регулирования энергетических бирж с целью постепенного ограничения роли финансовых факторов на рынке. Страны-экспортеры и импортеры ТЭР будут вынуждены сотрудничать в рамках глобального механизма регулирования рынка. Участие других стран в регулировании ключевых энергетических бирж в Великобритании и США позволит избежать формирования альтернативных центров ценообразования и сегментации рынка.

После 2020 г. по мере интеграции электроэнергетических систем крупных регионов будут формироваться региональные, а затем и мировые стандарты регулирования сначала электроэнергетического рынка, а затем и других энергетических рынков. В 2020-2030-е гг. вероятно «война стандартов» между ведущими игроками в мировой энергетике с целью закрепить собственные нормы и влияние в регулировании энергетики. По мере перехода энергетического рынка от рынка товаров к рынку услуг и технологий принципы регулирования будут приближаться к сервисным рынкам (с приоритетами информационной прозрачности, защиты прав потребителя и т.п.).

К 2030 г. главным фактором конкуренции на мировом энергетическом рынке станет не контроль над ресурсами, а технологическое развитие. Это приведет к глубоким сдвигам в распределении влияния между крупнейшими странами.

В инновационно-революционном сценарии происходит смягчение регулирования инвестиционных процессов и технологической политики, что позволит осуществлять крупные инновационные проекты в энергетике. В то же время государственное регулирование энергетических рынков становится более интенсивным.

Резюме

В 2010-2030 гг. положение ведущих стран мира в системе международной торговли энергоносителями существенно изменится, а к 2030 г. сложится принципиально новая конфигурация мировых энергетических рынков. На основе развития инновационной энергетики развитые и ведущие развивающиеся страны смогут радикально снизить зависимость от импорта энергоносителей. При этом резко снизится значимость контроля над ресурсами и возрастет значимость контроля над технологиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современных тенденций показывает, что мировая энергетика находится на пороге радикальной трансформации. Переход от индустриального к постиндустриальному типу развития в развитых странах определяет изменение динамики и структуры спроса на энергию. Экологические ограничения требуют перестройки энергетики, а технологический прогресс создает новые возможности ее развития. В развивающихся странах продолжается процесс индустриализации и быстрого роста спроса на энергию. Сочетание противоречивых тенденций формирует три сценария развития: инерционного с приоритетом угольной энергетике, стагнационного с приоритетом возобновляемой энергетике и инновационного с приоритетом возобновляемой и атомной энергетике.

Во всех сценариях, хотя и с различной интенсивностью (максимальной – в инновационном сценарии, минимальной – в инерционном сценарии), будет происходить переход к энергетике нового типа. Ключевыми ее характеристиками являются интеллектуализация, децентрализация, приближение к потребителю, глубокая интеграция в техносферу, повышение уровня квалификации используемой энергии. Процесс перехода к энергетике нового типа затронет в первую очередь развитые страны и электроэнергетику, а затем распространится на другие регионы и отрасли. Резко возрастет доля нетопливных источников энергии, а углеродные источники испытают сначала относительное, а затем и абсолютное сокращение объемов их потребления.

В этой связи определяющими при формировании будущего развития мировой энергетике могут стать ожидаемые энергетические стратегии основных игроков – ключевых регионов и стран – как в сфере потребления, так и в сфере производства энергии.

Так, в инерционном сценарии в 2010–2050 гг. важнейшую роль в обеспечении энергетической безопасности будет играть контроль над мировой системой энерготранспортных коммуникаций, значимость которой возрастет из-за роста зависимости от импорта энергоносителей стран Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии. Ведущие страны мира будут осуществлять различные стратегии для обеспечения в этих условиях своей энергетической безопасности. Стремление США, Китая, ЕС, ОПЕК и России к контролю над мировой энергетикой станет важной предпосылкой конфликтов в международной политике. В 2010–2030 гг. ведущие страны мира будут реализовывать три стратегии: контроль над спросом (ЕС), контроль над пред-

ложением (ОПЕК, Китай, Россия), контроль над транзитом и торговлей (США, транзитные страны).

США в настоящее время доминируют в мировой энергетике и будут стремиться удержать доминирование до 2050 г., однако столкнутся с вызовами со стороны других игроков, в первую очередь Китая. Доминирование США в мировой энергетике обеспечивается контролем над мировой системой энерготранспортных коммуникаций, опирающимся на военно-морское и военно-воздушное превосходство и влияние на Ближнем и Среднем Востоке. Влияние США опирается также на сравнительно слабую зависимость от импорта. В перспективе степень самообеспеченности США будет оставаться практически постоянной, в то время как для ЕС и Китая она станет быстро падать. США реализуют и элементы стратегии контроля над потреблением, развивая возобновляемую энергетику и энергосбережение, хотя и не столь активно, как ЕС, и элементы стратегии контроля над производством, обеспечивая прямой контроль над некоторыми ключевыми районами добычи ТЭР. Последняя стратегия преобладала в 2000–2008 гг., но оказалась малоэффективной. В этой связи США в 2010–2050 гг. будут постепенно отходить от ее применения, особенно в военно-политической форме.

ЕС реализует стратегию контроля над потреблением ТЭР через развитие возобновляемой энергетики и энергосбережения, а также климатическую политику. Стратегия ЕС включает в себя диверсификацию поставок энергоресурсов, создание запасов нефти и газа и разработку механизмов реагирования на кризисные ситуации, повышение энергоэффективности, эффективную добычу собственных энергоресурсов, развитие возобновляемой энергетики. Конечной целью стратегии ЕС является обеспечение его энергетической безопасности, а также косвенное управление развитием мировой энергетики. В 2010–2050 гг. (особенно после 2030 г.) возможности Европы по воздействию на мировую энергетику будут снижаться по мере снижения доли региона в мировом энергопотреблении и исчерпания потенциала основных направлений стратегии ЕС. Следует отметить, что эффективность энергетической политики Европы во всех сценариях в большой степени зависит от того, какими будут контуры Евросоюза и уровень его дееспособности – иными словами, от пути выхода из текущего кризиса.

ОПЕК реализует стратегию контроля над производством энергоносителей и пытается оказывать воздействие на мировой энергетический рынок путем квотирования поставок нефти. Активное развитие новых неугледородных источников энергии, а также усложнение структуры мировой энергетики делают такую стратегию малоэффективной, поэтому позиции ОПЕК к 2030 г., несмотря на сохраняющуюся концентрацию добычи нефти и природного газа в ее странах-членах, усиливаться не будут.

Китай активно и успешно реализует стратегию установления контроля над источниками импорта топливно-энергетических ресурсов. Уже сейчас

он добился значительного контроля над запасами и добычей энергоносителей в Африке, Центральной Азии, некоторых странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. Китайские компании занимают лидирующие позиции в нефтяном секторе Казахстана, Судана, Анголы, ряда других африканских стран, активно сотрудничают с Венесуэлой и Ираном, налаживают связи с Россией. К 2030 г. присутствие китайских энергетических компаний на внешних рынках увеличится по сравнению с современным состоянием в 7–10 раз. Поскольку они присутствуют главным образом в странах с напряженными отношениями с западными государствами, после 2020 г. может сформироваться два параллельных сегмента мирового энергетического рынка, разделенные политическими и регулятивными границами. Но стратегия контроля над производством ТЭР для страны – нетто-импортера имеет ограниченную эффективность. Экономическое и политическое влияние Китая может резко ослабеть в случае нормализации отношений стран-поставщиков со странами Запада. Кроме того, экспансия Китая косвенно выгодна для США, так как уязвимые для США пути снабжения Китая энергоносителями создадут сильный механизм давления на Китай. Даже после 2030 г. Китай не будет располагать адекватным военно-политическим потенциалом для контроля путей транзита и регионов-источников сырья, в первую очередь из-за слабости военно-морского флота и авиации. Поэтому для Китая особое значение приобретают поставки энергоносителей из России и Центральной Азии, которые не зависят от морских перевозок.

На региональном уровне отдельные страны могут реализовать стратегию контроля над транзитом за счет уникального географического положения. Наиболее успешно проводит эту стратегию Турция, которая играет ключевую роль во многих энерготранспортных проектах («Голубой поток», «Южный поток», «Набукко», «Тбилиси – Баку – Джейхан», «Самсун – Джейхан»). Эти проекты реализуются конкурирующими игроками (Россия, США, ЕС), но роль Турции в результате этой конкуренции в 2010–2030 гг. будет устойчиво усиливаться. Эта страна станет ключевым игроком в транзите ТЭР из Каспийского региона в Европу. Напротив, роль Украины значительно снизится.

Россия в 2000-е гг. реализовывала как стратегию контроля над производством энергоносителей, естественную для нетто-экспортера, так и стратегию контроля над транзитом. В 2010–2030 гг. Россия столкнется со значимыми вызовами, способными уменьшить ее роль на мировом энергетическом рынке. В инерционном сценарии Россия частично утратит позиции в транзите энергоносителей из Центральной Азии вследствие создания альтернативных направлений экспорта (в Европу, Китай, на Ближний и Средний Восток), что будет особенно важно в связи с ростом добычи природного газа в Центральной Азии. Россия в ограниченной степени сможет реализовать стратегию контроля над потреблением ТЭР из-за медленного роста

энергоэффективности. Основой стратегии России останется контроль над запасами и добычей энергоносителей, однако этого фактора будет недостаточно для обеспечения значимого места России на мировых энергетических рынках.

В стагнационном сценарии основой энергетических стратегий разных стран станут различные пути адаптации к новой глобальной климатической и энергетической политике. Роль ресурсных и геополитических факторов снизится, а роль правовых и экологических факторов возрастет.

США будут стремиться к лидерству в глобальной климатической и энергетической политике, пытаясь перехватить у Европейского союза упущенную в 2000-е гг. инициативу. После создания национального рынка выбросов CO₂ в дополнение к уже существующим ограничениям на уровне штатов, развитию энергосбережения и возобновляемых источников энергии на федеральном уровне США могут опередить ЕС за счет большей координации действий в рамках единого государства. Политика администрации Б. Обамы демонстрирует отход от оппозиции климатической политике со стороны США и превращение ее в инструмент американского лидерства. США будут стремиться к переформатированию институтов Киотского протокола, чтобы компенсировать отставание от ЕС в их внедрении. Необходимо отметить, что в США существует влиятельное лобби, выступающее против проведения климатической политики, поэтому этот процесс зависит от внутриполитического положения в США,

До 2030 г. США будут удерживать контроль над мировыми морскими энерготранспортными коммуникациями. Влияние США даже при некотором ослаблении их позиций будет превосходить влияние Китая, у которого нет адекватных военно-политических инструментов для обеспечения глобального контроля над поставками энергоносителей. Роль военно-политической составляющей в энергетической политике США сократится, особенно на Ближнем и Среднем Востоке.

Американская политика будет направлена на формирование единого энергетического пространства Западного полушария с включением в него Венесуэлы после смены правящего режима, а также на распространение американских стандартов организации энергетического рынка на международный уровень. США будут активно распространять свою юрисдикцию на иностранные компании, работающие в США, и на территории иностранных государств, где работают американские компании.

Европейский союз будет стремиться к тому, чтобы сохранить лидерство в климатической политике и распространить европейское понимание этой проблемы и путей ее решения на международные структуры. Страны ЕС станут поддерживать уже сложившиеся механизмы климатической политики в рамках Киотского протокола. В отличие от США Европейский союз будет активно поддерживать климатическую политику вне зависимости

от внутривластных процессов, поскольку она стала для ЕС одним из структурообразующих компонентов. Конечной целью стратегии ЕС является обеспечение энергетической безопасности самого ЕС, а также косвенное управление развитием мировой энергетики. Главная проблема политики ЕС состоит в том, что подходы ЕС адаптированы к европейским условиям и слабо применимы в других регионах мира с принципиально иной социально-экономической и энергетической ситуацией.

ОПЕК в стагнационном сценарии окажется в сложном положении, поскольку снижение роли нефти ведет к ослаблению организации, а возможности внутренней трансформации экономик входящих в нее стран весьма ограничены в силу крайне высокой зависимости от нефтяного сектора. ОПЕК попытается принять активное участие в климатической политике в рамках повышения экологической эффективности нефтегазового сектора. Несмотря на эти усилия, ОПЕК к 2030 г. потеряет своих периферийных членов в Латинской Америке, Африке и Юго-Восточной Азии, которые ранее уже выходили из организации. Ее роль сильно сократится, возможен распад организации. Жесткое противодействие со стороны ОПЕК трендам, складывающимся в этом сценарии, маловероятно, но потенциально способно вызвать энергетический кризис, который приведет к еще более быстрому снижению роли нефти.

В стагнационном сценарии энергетическая политика Китая переориентируется с проблемы обеспечения доступа к ресурсам углеводородов за пределами Китая на проблему внутренней трансформации китайской энергетики. Китай в рамках перехода к новой, менее энергоемкой модели развития будет использовать международную финансовую и технологическую помощь для инновационного развития собственной энергетики. Для этого Китай начнет осуществлять климатическую политику в обмен на технологический трансфер со стороны развитых стран. Такая стратегия будет экономически рациональной в связи с большими резервами повышения эффективности при низких затратах. К 2020 г. в Китае может появиться национальный рынок квот на выбросы парниковых газов, что даст центральному правительству механизм косвенного экономического регулирования. Экологическая политика в Китае будет ориентирована не столько на предотвращение изменения климата, сколько на снижение загрязнения воздуха и повышение качества жизни в крупнейших городах страны. Поэтому Китай станет сдерживать развитие угольной энергетики и активно наращивать потребление всех других видов ТЭР – атомной энергии, природного газа, возобновляемых источников энергии. Энергетическая политика Китая в отличие от развитых стран будет реализовываться в условиях быстрого роста спроса на энергоносители. Позиции Китая станут особенно уязвимыми вследствие роста его зависимости от импорта углеводородов на фоне

снижения такой зависимости в развитых странах и в условиях контроля США над мировой системой транспортных коммуникаций.

Россия, как и Китай, в отличие от развитых стран до конца 2000-х гг. не реализовывала климатическую политику, политику в сфере энергосбережения и возобновляемых источников энергии. В 2010–2030 гг. она будет вынуждена осуществлять догоняющее развитие в этих областях, что делает энергосбережение ключевым приоритетом национальной энергетической политики. Россия станет принимать участие в договорах по предотвращению изменения климата. Энергетическая политика России столкнется в стагнационном сценарии со значительными сложностями, поскольку основные преимущества страны (значительные запасы и объемы добычи углеводородов, а также сильные позиции в атомной энергетике) во многом обесценятся, а основные слабости (высокая энергоемкость экономики, устаревающая энергетическая инфраструктура, высокие выбросы CO₂) проявятся достаточно сильно. Россия будет вынуждена перейти от активной внешней энергетической политики к решению внутренних проблем развития энергетики. Однако выход России на углеродные рынки может создать новые возможности для модернизации экономики.

В инновационном сценарии в 2010–2050 гг. значимость контроля над мировой системой энерготранспортных коммуникаций будет снижаться, особенно с 2020-х гг., по мере снижения значения нефти в мировом топливно-энергетическом балансе. Стратегии ведущих игроков будут обусловлены различной скоростью их перехода к инновационной энергетике. В случае временного раскола мира на зону инновационной энергетике и зону традиционной топливной энергетике для стран с топливной энергетикой импорт энергоносителей и мировая система энерготранспортных коммуникаций сохранят свое значение. Преимущество США в виде контроля над мировой системой энерготранспортных коммуникаций может временно усилиться (при сохранении зависимости от них Китая и Индии и независимости США), но в долгосрочной перспективе и оно потеряет свое значение.

США в 2010–2020-е гг. столкнутся с вызовами со стороны других игроков и инновационных процессов. Вес военно-политических факторов в энергетике снизится, а значимость научно-технических факторов возрастет. США являются единственной страной, которая имеет возможность осуществлять исследования по всем направлениям перспективных энергетических технологий. Для США ключевыми направлениями станут возобновляемая энергетика (все направления), разработка электромобилей, «умные» сети, ядерные реакторы 4-го поколения, в том числе на быстрых нейтронах. США могут занять лидирующие позиции в создании электроэнергетических сетей нового поколения, а также в создании новой системы регулирования энергетических рынков.

Переход к инновационной энергетике стран ЕС будет определяться уже выбранными приоритетными направлениями – развитием возобновляемой энергетике и энергосбережения, а также климатической политики. Главным достижением ЕС является созданная им система развития энергосбережения. Но позиции ЕС сравнительно слабы в разработке электромобилей и создании технологии дальнего транспорта электроэнергии. Кроме того, в ЕС слишком избыточно регулирование энергетических рынков, технологий и инвестиционных проектов. В силу указанных технологических проблем и организационных сложностей, связанных с функционированием Европейского союза, позиции ЕС будут слабее, чем позиции США, а отдельные страны (Германия, Франция, Великобритания) станут реализовывать собственные стратегии в энергетической сфере.

У ОПЕК как организации, входящих в нее стран и их национальных нефтяных компаний в настоящее время нет стратегии выхода из нефтяного бизнеса, и возникновение эффективной стратегии маловероятно. К 2030 г. эта организация потеряет большую часть своих позиций, а часть стран покинет ее. Роль транзитных стран после 2020 г. начнет снижаться в связи со снижением значения международных потоков нефти и в меньшей степени природного газа.

Китай в настоящее время значительно отстает по уровню развития энергетических технологий от США и ЕС, а также от России, несмотря на стремительный количественный рост энергетике. Перспективы Китая зависят от того, насколько быстро он сможет создать новую модель энергетического и экономического развития. Существует вероятность консервации в Китае топливной энергетике и его превращения в ключевую страну в зоне топливной энергетике. Это сделает Китай зависимым от мирового рынка углеводородов, в то время как зависимость от него других ведущих игроков будет стремительно снижаться. Китай в настоящее время активно развивает собственные технологии в сферах атомной и возобновляемой энергетике. Если Китай сможет реализовать собственную инновационную стратегию, то в сочетании с сотрудничеством с другими странами он может стать одним из ключевых игроков в инновационной энергетике.

Для России главным вызовом станет снижение спроса и цен на нефть после 2020 г., а также усложнение условий на мировом газовом рынке. После 2020 г. нефтегазовый сектор перестанет быть генератором сверхдоходов. Может сложиться временная ситуация высокого экспортного спроса на российскую нефть при низких ценах. С учетом высоких и растущих издержек в российской нефтегазовой отрасли это требует создания других механизмов экономического роста, кроме использования нефтегазовой ренты. Это может привести российскую экономику к глубокому кризису, если не будет проведена диверсификация экономики и экспорта. Рассмотрение стратегии диверсификации выходит за рамки настоящей работы. Вместе с

тем подчеркнем, что Россия обладает необходимым технологическим потенциалом для перехода на качественно новый уровень развития энергетики с доминированием неуглеводородных источников энергии и «умных» энергоэффективных систем управления энергопотоками.

Качественные изменения, которые будут происходить в каждом из сценариев развития мировой энергетики, требуют от России разработки адекватной стратегии действий. В рамках любого из трех сценариев роли России как крупнейшего экспортера энергоносителей недостаточно для обеспечения национальных интересов и значимых позиций в международных отношениях: в инновационном сценарии – из-за снижения роли углеводородной энергетики, в инерционном – из-за геополитической нестабильности, в стагнационном – из-за глобальной климатической политики.

Основные возможности России лежат в сфере развития внутренних энергетических рынков и повышения эффективности энергетики. Общим для всех сценариев является риск инвестиционно-инновационного отставания России. В числе важнейших задач – развитие технологического и структурного энергосбережения и повышение энергетической эффективности экономики, смещение акцента с капиталоемких проектов в углеводородной энергетике на проекты технологического развития при разумно достаточном общем уровне инвестиций в энергетику, опережающее развитие других секторов промышленности и экономики, включая экспортные. Кроме того, необходимы оптимизация государственного присутствия в энергетике и изменение модели расселения и градостроительства с учетом будущих изменений в энергетике. Кооперация с иностранными партнерами, включая традиционных европейских и новых азиатских, должна выйти за рамки торговли энергоносителями и охватить инвестиционно-инновационную сферу. Наконец, стратегия действий России должна включать не только пассивную адаптацию к сформированным трендам развития мировой энергетики, но и активное формирование повестки дня мирового энергетического развития путем разработки инновационных прогнозов и обеспечения интеллектуального лидерства России в исследовании проблем мировой энергетики. .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. М., 1999. 302 с.
2. Беляев Л.С., Марченко О.В., Филиппов С.П., Соломин С.В., Степанова Т.Б., Кокорин А.Л. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. Новосибирск: Наука, 2000. 269 с.
3. Валлерстайн И. Миросистемный анализ. М.: Издательский дом «Территория будущего», 2006. 248 с.
4. Глобальная энергетика и устойчивое развитие (Белая книга) / Под ред. Бушуева В.В. и Мастепанова А.М. М.: Изд-во МЦУЭР, 2009. 374 с.
5. ИАЦ «Минерал». <http://www.mineral.ru>.
6. Капица С.П. Парадоксы роста: Законы развития человечества. М., 2010. 258 с.
7. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М., 2000. 340 с.
8. Коротаев А.В., Малков А.С., Халтурина Д.А. Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура. М., 2007. 287 с.
9. Луман Н., Общество общества, Часть IV – Дифференциация. М.: Логос, 2006. 320 с.
10. Марченко О.В., Соломин С.В. Исследование экономической эффективности использования энергии ветра и водорода в автономных энергосистемах // Изв. РАН. Энергетика. 2008. № 3. С. 43–51.
11. Мировая энергетика: состояние, проблемы, перспективы / Под ред. Бушуева В.В. М.: ИД «Энергия», 2007. 664 с.
12. Переслегин С.Б.. Новые карты будущего. М., 2009. 548 с.
13. Перспективы энергетических технологий. В поддержку Плана действий «Группы восьми». Сценарии и стратегии до 2050 г. ОЭСР/МЭА. М.; 2007, 586 с. <http://www.wwf.ru>.
14. Специальный доклад о сценариях выбросов (СДСВ). МГЭИК, 2000.
15. Филиппов С.П. Энергетические ресурсы мира: стоимостной анализ. Иркутск: СЭИ СО РАН, 1994. 61 с.
16. Четвертый оценочный доклад МГЭИК. МГЭИК, 2007.
17. 2007 Survey of energy resources. WEC, 2007.
18. 2020 Global Energy Scenarios. Millennium Project, 2002.
19. 35 Key Energy Trends over 35 Year. IEA, 2009.
20. American Clean Energy and Security Act
21. Asia's Nuclear Energy Growth. World Nuclear Association, 2005. ч <http://www.worldnuclear.org>.

22. BP Statistical Review of World Energy 2010. London: British Petroleum, 2009.
23. Building Bridges: State of the Voluntary Carbon Markets 2010. Bloomberg New Energy Finance, 2010.
24. China's Promotion of the Renewable Electric Power Equipment Industry. – National Foreign Trade Council, 2010.
25. Energy 2050. Risky Business. The World Business Council for Sustainable Development, 1999.
26. Energy for 2050: Scenarios for a Sustainable Future. IEA, 2003.
27. Energy Technology Perspectives. IEA 2006, 2008, 2010.
28. Global Automotive Overview. PwC Automotive Institute, 2009.
29. Global energy perspectives to 2050 and beyond. World Energy Council; International Institute for Applied Systems Analysis, 1995.
30. Global Exploratory Scenarios. Millennium Project, 2002.
31. Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009. Bloomberg New Energy Finance, 2010.
32. Great Transition: The Promise and Lure of the Times Ahead. The Global Scenario Group, 2002.
33. Handbook of Renewable Energies in the European Union, 2005.
34. International Energy Outlook 2009. Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy. Washington, DC, 2009.
35. Key World Energy Statistics. IEA, 2009.
36. Maddison A. The World Economy: Historical Statistics. OECD Development Centre, Paris, 2003.
37. McDonald A., Schratzenholzer L. Learning rates for energy technologies // Energy Policy. 2001. Vol. 29. P. 255–261.
38. Medium and Long-Term Development Plan for Renewable Energy in China. National Development and Reform Commission (NDRC) People's Republic of China, 2007.
39. OPEC Annual Statistical Bulletin. OPEC, 2008.
40. Point Carbon, 2008. www.pointcarbon.com
41. Projected Costs of Generating Electricity, 2005 Update. Paris, OECD/IEA, 2005.
42. Renewable Energy Road Map.
43. Renewable power for China: Past, present, and future. Eric MARTINOT, Frontiers of Energy and Power Engineering in China, 2010.
44. Renewables Global Status Report 2009. RNE21, 2010.
45. Rogner H.-H. An assessment of world hydrocarbon resources. PR-98-6. – Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, 1998.

46. Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply. Stuttgart, Berlin, Utrecht, Wuppertal, 2009.
47. Shell energy scenarios to 2050. Shell International BV, 2008.
48. Strategic Research Agenda (SRA) for European Electricity Networks of the future. European Commission, 2007.
49. Survey of energy resources. Interim update of 2009. WEC, 2009.
50. The global energy [r]evolution 2010. Greenpeace, 2010.
51. The Modern Grid Initiative: Modern Grid v2.0 Powering Our 21st-Century Economy. United States Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2007.
52. The Modern Grid Strategy (MGS) – Moving Toward the Smart Grid. United States Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2006.
53. The Red Book. 2001, 2003, 2005, 2007, 2009 Editions. NEA, IAEA, 2001–2009.
54. Uranium Resources 2007: Resources, Production and Demand. NEA, IAEA, 2007.
55. Vision 2050. The new agenda for business. WBCSD, 2009.
56. Vision and Strategy for European Electricity Networks of the future. European Commission, 2006.
57. World Economic Outlook. IMF, 2010.
58. World Energy Assessment: Energy and Challenge of Sustainability. New York: United Nations Development Programme, Bureau for Development Policy, 2000.
59. World Energy Outlook 2010. Paris: International Energy Agency, 2010.
60. World Nuclear Association Market Report 2009. WNA, 2010.
61. World Nuclear Industry Status Report 2009. MIT, 2010.
62. World Oil Outlook. OPEC, 2009.
63. World population prospects: the 2009 revision. Population database. UN Population Division. <http://esa.un.org/unpp/index.asp>.

Глобальная энергетика
и устойчивое развитие

МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА – 2050 (БЕЛАЯ КНИГА)

Международный центр
устойчивого энергетического развития
под эгидой ЮНЕСКО (МЦУЭР)

ЗАО «Глобализация и Устойчивое развитие.
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ» (ИЭС)

Редактор Каминская Я.А.
Корректор Сафронова Г.Е.

Подписано в печать 18.08.2011 г.
Формат 70×100 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Печатных листов 22,5.
Тираж 500 экз.

Заказ № 83/11 от 11.08.2011 г.

Издательский Дом «ЭНЕРГИЯ»
125009, г. Москва, Дегтярный пер., д. 9
Тел. (495) 411-5338, факс (495) 694-3535
Тел./факс: (499) 173-4754
E-mail: iaz-energy@yandex.ru
drozd@energypublish.ru
Интернет-магазин: www.energypublish.ru

ФГУП Издательство «Известия» УПДРФ
заказ № 1335

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК
