УДК 338.27(571.6)

Р. В. Гулидов

ОПЫТ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК (на примере Дальнего Востока России)

Рассматриваются методические основы моделирования долгосрочного развития ТЭК региона, раскрываются особенности сценарного подхода к прогнозированию экономических и энергетических систем, формулируется авторская методика моделирования сценариев развития энергетики региона в долгосрочном периоде. С использованием методики моделируются два сценария развития ТЭК Дальнего Востока России на период до 2030 г. и выполнен сравнительный анализ сценариев по основным целевым показателям развития ТЭК региона.

Топливо-энергетический комплекс, Дальний Восток России, топливо, энергия, долгосрочное прогнозирование, сценарный подход, топливо-энергетический баланс, имитационное моделирование.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТЭК РЕГИОНА

К настоящему времени создана и достаточно хорошо развита научно-методическая база прогнозных исследований в энергетике. В принципиальных положениях она была сформирована еще в 60–80-х гг. прошлого века и базируется на методологии системного подхода и широком арсенале

© Гулидов Р. В., 2007

Статья подготовлена при поддержке проекта ДВО РАН № 06-III-A-10-430, гранта РГНФ № 07-02-88202 а/т, гранта ДВО РАН № 06-II-CO-10-039.

формальных средств (см., напр.: [3; 4; 6; 7]). Общепризнанным методом прогнозирования развития ТЭК является моделирование.

Одна из центральных методологических проблем прогнозирования и моделирования развития энергетических систем — проблема неопределенности перспективных условий развития энергетического хозяйства. Для ее разрешения применяются многовариантные расчеты. Методически многовариантность в прогнозных исследованиях достигается одним из двух возможных способов [10, с. 89]:

1. Рассмотрение (перебор) максимально большого количества вариантов возможных сочетаний условий и факторов развития энергетики, для каждого из которых осуществляются прогнозные оценки.

2. Выбор ограниченного набора сочетаний условий развития ТЭК на основе опыта и интуиции исследователя и выполнение прогнозных расчетов только для выбранных сочетаний.

В настоящее время более широкое распространение получил последний подход, известный как *сценарный*, предполагающий, что «прогнозированию подлежат качественные траектории, общий характер развития событий, а количественные параметры прогнозируются в рамках каждого сценария в отдельности, исходя из общей логики данного сценария» [8, с. 68]. В работе под *сценарным моделированием* понимается определение множества возможных комбинаций внутренних и внешних условий развития объекта в будущем, динамическое сочетание которых обуславливается разумными предпосылками и формулируется в стратегических «историях» (stories) по поводу развития объекта [12, с. 39; 24, с. 4].

К основным *принципам* сценарного прогнозирования, установленным в ходе анализа и обобщения положений зарубежных работ по сценарной проблематике, можно отнести следующие (см., напр.: [13; 15; 22]):

- концептуальное (качественное) описание логических, причинно-следственных связей различных факторов и переменных, формирующих структуру сценария;
- концентрация на стратегических вопросах, связанных с достижением конкретных целей, решением конкретных проблем, которые не могут быть достигнуты или разрешены в рамках обычного («инерционного») характера функционирования исследуемого объекта (процесса);
- согласованность, внутренняя непротиворечивость предпосылок, правдоподобность («жизнеспособность») условий, лежащих в основе сценария;
- конструирование будущего не только как экстраполяции текущих тенденций и взаимосвязей, но и как результата целенаправленного выбора, решений экономической политики, экономической и технологической перестройки анализируемого процесса;

- востребованность (пригодность) выводов о перспективном развитии анализируемого объекта (процесса) для принятия решений.

В процессе эволюции сценарного анализа утвердились четыре принципиальных, «чистых» подхода (алгоритма) к разработке сценариев: *дедуктивный* (deductive), *последовательный* (incremental), *индуктивный* (inductive) и *нормативный* (normative)¹. В прикладных сценарных работах аспекты этих подходов, как правило, взаимодействуют.

Синтезируя перечисленные зарубежные подходы к формированию сценариев на платформе отечественной схемы долгосрочного прогнозирования развития энергетики (см., напр.: [3, с. 18–60; 6]), можно предложить *методику сценарного моделирования развития ТЭК региона*, адаптирующую универсальные принципы сценарного анализа к потребностям прогнозирования развития ТЭК региона (рис. 1).

Отличительной чертой данной методики является то, что она позволяет явным образом структурировать условия и факторы развития ТЭК региона в разрезе четырех типов:

- *внешних параметров*, являющихся экзогенными, слабо подконтрольными для субъектов энергетической политики региона;
- *структурных показателей и проектных решений в области энергоснабжения*, доступных для контроля и изменений мерами и инструментами энергетической политики региона;
- *параметров энергетической политики*, отражающих содержание и характер регулирующих воздействий федеральных и региональных властей на территориально-производственную структуру ТЭК региона;
- *целевых приоритетов энергоснабжения*, представляющих собой актуальные приоритеты и критерии развития ТЭК региона.

По причине многокритериальности целевой функции энергетического развития проблема сопоставления сценариев и выбора стратегических альтернатив в развитии ТЭК страны (регионов) не имеет универсального методического разрешения.

В качестве целевой (оценочной) платформы для сравнительной оценки сценариев развития ТЭК региона можно использовать схему «целевых предпочтений в развитии ТЭК страны (региона)», отражающих ключевые цели и приоритеты, доминирующие сегодня в энергетической политике страны (региона) [9, с. 28; также см. 5; 11]. Сравнительный анализ и сопоставление сценариев осуществляются последовательно по одному или нескольким показателям, характеризующим *каждое* целевое предпочтение (приоритет).

¹ Примеры использования дедуктивного подхода к разработке сценариев см. в [14; 16], последовательного – в [19], индуктивного – в [17; 18], нормативного – в [14; 20].

Рис. 1. Методика сценарного моделирования развития ТЭК региона

В настоящее время большинство модельных конструкций, используемых для прогнозирования ТЭК, реализуется в специализированных *программно-вычислительных комплексах* (ПВК). В работе для моделирования перспективных сценариев развития энергетики использован ПВК *LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning system)*¹.

¹ В основе ПВК LEAP лежит метод единого топливно-энергетического баланса, объединяющего в одну расчетную схему все основные стадии реального энергетического потока: добычу (производство) и транспорт природных ТЭР, их переработку, преобразование для получения электрической и тепловой энергии, транспорт и распределение преобразованной энергии, конечное использование топлива и энергии [23].

В рамках аналитических возможностей, предоставляемых ПВК LEAP, автором разработана динамическая производственно-экономическая модель топливно-энергетического баланса (ТЭБ) Дальнего Востока России. Модель относится к имитационному типу — не содержит строгих алгоритмов оптимизации. Она учитывает отраслевую, территориальную, технологическую структуры топливо-, энергоснабжения Дальнего Востока России и включает собственно энергетический, экономический и экологический блоки.

Для каждого года и каждого сценария развития ТЭК Дальнего Востока России выполняются балансы первичных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и конечных энергоносителей для всех отраслевых подсистем, формирующих региональный ТЭК. К физическим потокам топлива и энергии «привязываются» экологические и экономические характеристики процессов их производства, транспорта, переработки, преобразования и потребления.

Отраслевая структура топливо-, энергоснабжения Дальнего Востока России представлена в модели 9 секторами: конечным энергопотреблением, электроэнергетикой, теплоэнергетикой, нефтепереработкой, переработкой газа, обогащением угля, нефте-, газо- и угледобывающими секторами.

Технологический аспект каждого функционального сектора ТЭК моделируется группами существующих и перспективных энергетических объектов и технологий.

Территориальный срез модели описывает ТЭБ региона в разрезе шести энергоэкономических районов:

- южная зона Дальнего Востока России, включающая Приморский и Хабаровский края, Амурскую и Еврейскую автономную области, южный энергоузел Республики Саха (Якутия);
- Республика Саха (Якутия) (за исключением южного энергоузла);
- Сахалинская область (о. Сахалин с прилегающим к нему шельфом);
- Камчатская область и Корякский автономный округ;
- Магаданская область;
- Чукотский автономный округ.

Стартовым (базовым) годом расчетов на модели является 2002 г. По этому году осуществлялись настройка и верификация модели. Верификация выполнялась на основе ТЭБ Дальнего Востока России, оцененного автором в формате МЭА/Евростата с использованием ряда форм государственной статистики и других информационных источников¹. На основе баланса 2002 г. в работе выполнена экспериментальная оценка показателей ТЭБ Дальнего Востока для 2003—2005 гг.

¹ Подробнее о процедуре разработки ТЭБ региона по версии МЭА/Евростата и характеристике основных показателей ТЭБ Дальнего Востока для базового года см. в [1].

СЦЕНАРНЫЙ ПРОГНОЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ТЭК ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ ДО 2030 г.

В соответствии с предложенной методикой сценарного прогнозирования в работе сформированы два альтернативных сценария развития энергетики Дальнего Востока России до 2030 г. – *инерционный* и *стратегический*. Для каждого сценария факторы, условия и приоритеты развития ТЭК региона были структурированы с выделением четырех типов сценарных условий (*табл. 1*).

Таблица 1

Качественные характеристики основных сценарных условий долгосрочного развития ТЭК Дальнего Востока России

Сценарное условие	Инерционный сценарий	Стратегический сценарий
<i>Внешние параметры (determinants)</i>		
Общеэкономические	Инерционная социально-экономическая динамика; средние темпы роста ВРП, стабилизация численности населения	Активная модернизация экономической структуры; динамичное экономическое развитие; высокие темпы роста ВРП, рост численности населения
<i>Структурные показатели и проектные решения (key drivers)</i>		
Энергетическое сотрудничество со странами СВА	Умеренный «традиционный» экспорт нефтепродуктов, угля, сырой нефти, а также сжиженного природного газа (СПГ); умеренное развитие приграничной торговли электроэнергией с Китаем; реализация экспортных контрактов «Сахалин-1» (нефтяная фаза, газ – только на внутренний рынок) и «Сахалин-2»	Реализация проекта «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО), создание системы торговли трубопроводным газом; крупномасштабный экспорт электроэнергии; совместные программы повышения энергоэффективности и охраны окружающей среды; инвестиционное, технологическое, коммерческое сотрудничество в добыче, переработке и сбыте ТЭР
Энергоемкость потребления конечной и первичной энергии	Инерционная понижательная динамика интенсивности потребления конечной энергии, сокращение умеренными темпами энергоемкости первичной энергии вследствие выбытия старого оборудования и замены его на новое аналогичное	Интенсивная понижательная динамика в связи с широким использованием энергосберегающих технологий в конечном энергопотреблении; существенное сокращение в потреблении первичной энергии в связи с заменой выбывающего оборудования на высокоэффективное

Производственная структура ТЭК региона	Максимальный (экономически оправданный) самобаланс региона по топливу и энергии; ограниченные возможности диверсификации энергоиспользования (за счет строящихся ГЭС и газопроводов в районах газодобычи); уголь, нефтепродукты – основные структурные «компенсаторы» ТЭБ Дальнего Востока	Активная диверсификация энергоиспользования с акцентом на возобновляемые источники энергии; расширенная газификация; международные проекты освоения ТЭР (углеводороды, каменный уголь) и международная энергетическая инфраструктура в южной зоне региона – главные «ресурсы» оптимизации энерго- и топливоиспользования
Условия инвестирования в ТЭК региона	Жесткие: высокая стоимость кредитования; непрозрачные условия привлечения финансирования; высокие страновые и региональные риски	Мягкие: высокий инвестиционный рейтинг РФ; широкий доступ к различным финансовым инструментам и рынкам; низкие ставки по кредитам; государственная поддержка в различных формах
Доступ к современным технологиям	Ограниченный, постепенные инновации	Свободный доступ к самым передовым технологиям, в т. ч. зарубежным

Параметры энергетической политики (instruments)

Принципы сотрудничества и энергетическая дипломатия	Отсутствие скоординированной политики в области экспорта ТЭР; острые противоречия между федеральной и региональной властями, корпорациями, общественными организациями по поводу конкретных параметров международного энергетического сотрудничества в СВА	Формирование «связанного пакета» по развитию сотрудничества РФ со странами СВА в энергетической сфере; использование «народнохозяйственного» подхода в реализации международного энергетического сотрудничества на условиях консенсуса между различными институциональными субъектами
Политика сокращения экологических ущербов	Мягкие экологические стандарты и ограничения	Усиленные стандарты, повышенное внимание проблемам глобального характера
Политика энергетической эффективности	Инерционная, пассивная	Жесткая, агрессивная; реализация совместных программ энергосбережения со странами СВА
Политика использования возобновляемых энергоресурсов	Завершение начатых строительством ГЭС на юге региона; сдержанное развитие нетрадиционных возобновляемых источников энергии	Интенсивное строительство ГЭС; активное внедрение энергетических установок, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии
Инвестиционная и инновационная политика	Пассивная: отсутствие специальных решений для выравнивания условий инвестирования и ведения бизнеса на Дальнем Востоке и в стране в целом	Активная: формирование особых институциональных форм привлечения инвестиций, в т. ч. зарубежных; стимулирование инноваций и инвестиций в ТЭК путем предоставления налоговых льгот, инвестиционных преференций, создания льготного таможенного режима, субсидирования ставок по кредитам; использование частно-государственного партнерства

Целевые приоритеты энергоснабжения региона (attributes)

Энергоэкономические приоритеты	ТЭК – один из инфраструктурных сегментов региональной экономики; ориентация главным образом на достаточное производство топлива и энергии при минимальных затратах	ТЭК – отрасль специализации экономики региона; приоритет роста производства и экспорта энергоресурсов, развития внутреннего спроса на ТЭР, инфраструктуры доставки и переработки сырьевых ТЭР
Прочие целевые приоритеты	Пренебрежение прочими целями развития ТЭК в связи с преобладанием индивидуальных коммерческих критериев в условиях слабости государственных приоритетов	Повышение внимания к комплексности приоритетов энергетического развития региона (энергоэффективность, экологичность, надежность энергоснабжения и пр.)

Далее качественные предпосылки трансформировались в конкретные количественные параметры, инкорпорирование которых в разработанную производственно-экономическую модель ТЭБ Дальнего Востока позволило спрогнозировать два сценария энергетического развития региона¹. Принятые темпы роста ключевых прогнозных параметров развития Дальнего Востока России – ВРП и численности населения – представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Прогнозные параметры среднегодовых темпов роста ВРП
и численности населения Дальнего Востока России в 2006–2030 гг., %**

Сценарий	2006–2010	2011–2015	2016–2020	2021–2030	Весь период
Среднегодовые темпы роста ВРП					
Инерционный	105,0	104,5	104,7	104,3	104,6
Стратегический	105,0	106,7	107,0	105,5	105,9
Среднегодовые темпы роста (снижения) численности населения					
Инерционный	98,9	99,3	99,5	99,4	99,3
Стратегический	98,9	99,8	101,5	101,1	100,5

¹ Информационное наполнение сценарных прогнозов было выполнено с привлечением широкого круга источников: стратегических и программных документов различных уровней власти, посвященных перспективам экономического и энергетического развития России, Дальнего Востока, отдельных дальневосточных субъектов РФ; материалов органов исполнительной власти дальневосточных субъектов РФ, представительства Президента РФ в Дальневосточном федеральном округе; результатов исследований академических институтов: Института энергетических исследований РАН, Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Института физико-технических проблем Севера СО РАН, Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, Института экономических исследований ДВО РАН; разработок проектных институтов: ОАО «Энергосетьпроект», ОАО «Дальэнергосетьпроект», филиалов ОАО «ИЦ ЕЭС» институтов «Ленгидропроект» и «Гидропроект», института «СахалинНИПИморнефть», ОАО «ДальвостНИИпроектуголь», ЗАО НПО «Гидроэнергопром»; материалов энергетических компаний.

Производство первичной энергии в условиях стратегического сценария составит в 2030 г. 225 млн тут (рис. 2). Это выше в 6,5 раза показателей 2005 г. и в 3,0 раза выше показателей инерционного сценария. Наибольшие достижения в производственной сфере ТЭК связаны с электроэнергетикой и газодобычей. Нетто-выработка (отпуск) электроэнергии на конец периода может вырасти до 154 млрд кВт•ч (выше в 4,2 раза в сравнении с уровнем 2005 г.). Добыча газа возрастет на несколько порядков, достигнув в 2030 г. 85 млрд м³.

Рис. 2. Производство первичной энергии и электроэнергии на Дальнем Востоке России в 2005–2030 гг.

Мощный рост производства топлива и энергии в стратегическом сценарии главным образом обеспечивается значительными объемами экспортного спроса. В 2030 г. валовые объемы экспорта первичной энергии увеличатся почти до 190 млн тут (табл. 3). Основные экспортные поставки представлены электроэнергией, сырой нефтью, природным газом. Передача электроэнергии на экспорт составит свыше 80 млрд кВт•ч, что более чем в два раза превышает текущий уровень потребления электрической энергии на Дальнем Востоке.

Трансформация Дальнего Востока России в регион производства и транзита масштабных потоков углеводородов, электроэнергии, угля в направлении основных центров энергопотребления стран СВА потребует обустройства территории как в части производственной, так и энерготранспортной инфраструктуры.

Таблица 3

Прогноз экспорта топлива и энергии с Дальнего Востока России

Вид ТЭР	2005	Инерционный сценарий		Стратегический сценарий	
		2020	2030	2020	2030
Уголь и углепродукты, млн тут	5,3	13,0	12,9	31,6	33,1
Нефть сырая, млн т	2,3	13,6	5,8	46,6	45,2
Нефтепродукты, млн тут	8,0	8,0	8,0	16,5	16,3
Природный газ, млрд м ³	—	13,3	13,3	20,6	35,8
Электроэнергия, млрд кВт•ч	0,5	5,3	5,3	35,3	81,3
Всего ТЭР, млн тут	16,1	40,5	29,2	166,2	188,8

Предполагается развитие Южно-Якутского угольного комплекса на базе строительства новых и расширения действующих мощностей по добыче и обогащению углей [подробнее см. 2], строительство новых ГЭС на юге Дальнего Востока России (Нижезейских, Ургальских, Южно-Якутских, Дальнереченских, Гилюйской и др.) и современных парогазовых электростанций в Хабаровском и Приморском краях, на Сахалине. В дополнение к сооружаемой инфраструктуре шельфовых проектов «Сахалин-1», «Сахалин-2» намечается расширение завода по сжижению природного газа («Сахалин-2»), освоение нефтегазоносных площадей в рамках проектов «Сахалин-3», «Сахалин-5».

Стратегический сценарий предусматривает строительство газотранспортных систем с шельфа Сахалина на Корейский полуостров, в Китай, Японию, полномасштабную реализацию проекта нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан», сооружение мощных ЛЭП постоянного тока «Объединенная энергосистема (ОЭС) Востока — Китай», «ОЭС Востока — КНДР — Республика Корея», «Сахалин — Япония».

Высокие темпы экономического роста, прирост численности населения в стратегическом сценарии обусловят повышенный рост внутреннего энергопотребления. Кроме того, развитие экспортно ориентированных энерго-сырьевых проектов, формирование каркаса специализированной энерго-транспортной инфраструктуры создадут благоприятные возможности для дополнительного расширения внутреннего спроса на ТЭР. Следует ожидать масштабной газификации регионов юга Дальнего Востока (а также Камчатки и Якутии), сооружение предприятий по переработке газа и газохимии в Якутии, на Сахалине, в Приморском и Хабаровском краях, строительство крупного НПЗ в Приморье в районе конечного пункта нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан».

В результате в 2030 г. потребление первичной энергии на Дальнем Востоке

России в стратегическом сценарии достигнет почти 75 млн тунт, превысив базовый уровень 2005 г. почти в 2 раза (рис. 3). Темпы роста энергопотребления в стратегическом сценарии будут сдерживаться мерами энергосберегающей политики, что на конец прогнозного периода позволит превзойти инерционный сценарий по показателю энергопотребления всего на 15%.

Качественное улучшение структуры энергопотребления (повышение доли природного газа, гидроэнергии) станет следствием активной политики диверсификации топливоснабжения, вовлечения возобновляемых источников энергии, развития транспортной, транзитной и топливоперерабатывающей энергетической инфраструктуры.

Рис. 3. Потребление первичной энергии и электроэнергии на Дальнем Востоке России в 2005–2030 гг.

Объем требуемых инвестиций в стратегическом сценарии составит более 150 млрд долл. США (в ценах 2004 г.). Наибольший удельный вес в структуре накопленных инвестиций будет иметь нефтегазодобывающая промышленность (52–53%) (табл. 4).

Заключительный этап методики моделирования развития ТЭК региона предусматривает сравнительный анализ конкурирующих сценариев с использованием многокритериальной схемы «целевых предпочтений в развитии ТЭК страны (региона)». Согласно ей оценка сценариев проводится по нескольким центральным показателям, отражающим соответствующие приоритеты в энергетической политике страны (региона).

**Прогнозные оценки суммарных инвестиций в отраслях ТЭК
Дальнего Востока России в 2002–2030 гг., млрд долл. (в ценах 2004 г.)**

Отрасль ТЭК	Инерционный сценарий		Стратегический сценарий	
	млн долл.	%	млн долл.	%
Добыча и переработка угля	3,1	4,5	6,8	4,4
Добыча и транспорт нефти и газа	35,8	52,9	80,6	52,5
Переработка нефти и газа	1,7	2,5	4,9*	3,2
Электроэнергетика**	12,4	18,3	43,9	28,6
Теплоэнергетика**	14,8	21,8	17,3	11,2
ТЭК, всего	67,8	100,0	153,5	100,0

Примечания. * Без учета производств нефте- и газохимии. ** Включая затраты в экспортные ЛЭП, но без учета инвестиций во внутреннюю инфраструктуру транзита и распределения централизованного тепла и электроэнергии.

В процессе сценарного моделирования получены оценки ряда показателей (табл. 5), характеризующих следующие приоритеты энергетической политики региона:

- достаточное обеспечение экономического роста топливом и энергией при минимальных затратах (накопленные приведенные затраты и накопленные инвестиции в энергетiku региона¹, средние за период затраты в ТЭК региона на производство 1 тунт первичной энергии);
- «вклад» в региональный экономический рост как функция от масштабов производства и экспорта ТЭР (объем производства первичной энергии, сальдо ввоза-вывоза топлива и энергии в натуральной и стоимостной формах);
- повышение эффективности использования топлива и энергии, энергосбережение (объем производства первичной энергии в регионе, коэффициент полезного использования ТЭР², энергоемкость ВРП по первичной энергии);
- обеспечение структурной надежности топливо-, энергоснабжения (доля ввозимых ТЭР во внутреннем потреблении первичной энергии, доля

¹ Приведенные затраты рассчитывались следующим образом: сумма всех издержек на производство и транспорт всех видов ТЭР, производимых внутри региона, плюс сумма стоимости ввозимых в регион ТЭР (по ценам приобретения) минус сумма стоимости экспортируемых (вывозимых) ТЭР (по ценам продажи).

² Коэффициент полезного использования энергии находится как частное от деления объема ТЭР, поступившего в сектор конечного использования энергии, на валовое потребление первичной энергии в регионе.

доминирующего ресурса в структуре потребления первичной энергии, индекс диверсификации структуры потребления первичной энергии¹);

- снижение нагрузки отраслей ТЭК на окружающую среду (накопленные выбросы вредных веществ в атмосферу, интенсивность загрязнения окружающей среды).

Расчеты показали, что суммарные за период приведенные затраты в ТЭК региона в стратегическом сценарии превысят сумму затрат в инерционном сценарии почти на 40%. При этом удельные приведенные затраты в ТЭК Дальнего Востока в расчете на производство (добычу) условной единицы первичной энергии в стратегическом сценарии на 30% ниже в сравнении с показателями инерционного развития. С одной стороны, это объясняется значительной экономией от масштаба производства и транспорта продукции, присущей отраслям ТЭК, с другой — колоссальными доходами от экспорта топлива и энергии, которые компенсируют существенную часть капитальных и эксплуатационных издержек в энергетике региона в стратегическом сценарии. Физическое сальдо ввоза-вывоза ТЭР превышает показатели инерционного сценария в 2030 г. в 13,5 раза, суммарное за 2005–2030 гг. торговое сальдо в стоимостной форме — в 4,7 раза.

Тенденция более медленного наращивания внутреннего спроса на энергию в сравнении с темпами экономического роста проявит себя интенсивнее в стратегическом сценарии. Это предопределяет расхождение в показателях энергоэффективности между сценариями. Активная политика энергоэффективности в стратегическом сценарии сочетается с положительными эффектами в области структурной надежности энергоснабжения Дальнего Востока России. Разрыв в значении индекса диверсификации в пользу стратегического сценария, достигнув максимума в 2020 г., к концу расчетного периода несколько сократится в результате дальнейшего увеличения доли газового топлива. Характерно, что для условий двух разных сценариев в ТЭБ региона по-прежнему сохранится относительно высокое значение привозного топлива и энергетического сырья.

Высокие энергосберегающие показатели, вовлечение в баланс экологически чистых видов топлива (газа, возобновляемых ТЭР) обеспечивают для стратегического сценария хороший эффект по экологической составляющей энергетического развития Дальнего Востока. Несмотря на существенно большие масштабы добычи топлива и выработки электроэнергии, накопленные выбросы вредных веществ в стратегическом сценарии сопоставимы с размерами выбросов инерционного развития.

¹ Индекс диверсификации структуры потребления первичной энергии представляет собой одну из модификаций формулы Херфиндаля для оценки степени рыночной концентрации: $H = 1 / \sum x_i^2$, где x — доля первичного ТЭР вида i в структуре потребления первичной энергии. В нашем случае его минимальное значение будет равно 1, максимальное — когда все выделенные виды энергии будут иметь равные доли — 5 [21, с. 7].

Таблица 5

Сравнительная характеристика инерционного и стратегического сценариев развития ТЭК Дальнего Востока России в 2002–2030 гг.

Индикатор	2005 оценка	Инерционный сценарий		Стратегичес- кий сценарий	
		2020	2030	2020	2030
Энергоэкономические показатели					
Накопленные приведенные затраты в отраслях ТЭК*, млрд долл. США	—	497,2	918,6	643,5	1265,7
Накопленные капитальные вложения в отраслях ТЭК*, млрд долл. США	—	57,2	67,8	113,8	153,5
Средние за период приведенные затраты в ТЭК региона на производство 1 тут первичной энергии, долл./тут	—	386,1	443,7	342,5	311,3
Производство первичной энергии, млн тут	34,5	82,7	74,6	198,0	225,2
Сальдо ввоза-вывоза топлива и энергии**, млн тут	—4,1	30,8	10,9	131,3	147,5
Накопленное сальдо ввоза-вывоза топлива и энергии**, млрд долл.	—	72,8	98,5	166,0	461,5
Показатели использования энергии					
Потребление первичной энергии, млн тут	38,6	52,3	64,1	61,2	73,7
Энергоемкость ВРП по первичной энергии, тут/тыс. долл. США	1,35	0,91	0,73	0,86	0,61
Коэффициент полезного использования ТЭР, %	60,7	63,1	64,8	65,2	71,5
Показатели структурной надежности энергоснабжения					
Доля ввозимых ТЭР во внутреннем потреблении первичной энергии, %	53,8	49,4	53,9	48,4	51,1
Доля доминирующего ТЭР в балансе первичной энергии, %	42,4	36,1	37,7	35,3	41,1
Индекс диверсификации структуры баланса первичной энергии, ед.	2,89	3,17	3,30	3,63	3,45
Экологические показатели					
Накопленные выбросы вредных веществ в атмосферу, млрд т CO ₂ — эквивалент	—	1,10	1,83	1,06	1,85
Интенсивность загрязнения окружающей среды, т CO ₂ — эквивалент / долл. США	2,96	1,87	1,54	1,57	1,37

Примечания. * Без учета капитальных и эксплуатационных затрат в секторах передачи и распределения тепловой и электрической энергии, но с учетом инвестиций в экспортные ЛЭП. ** Без учета транзита нефти по нефтепроводу «Восточная Сибирь – Тихий океан».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гулидов Р. В. Статистическая оценка энергетического баланса региона в формате МЭА/Евростата // Вопросы статистики. 2007. № 1.
2. Калашников В. Д., Гулидов Р. В. Роль угольных ресурсов в долгосрочном развитии ТЭК Дальнего Востока России // Горный информационно-аналитический бюллетень. Региональное приложение: Дальний Восток. 2005.
3. Макаров А. А., Вигдорчик А. Г. Топливо-энергетический комплекс. Методы исследования оптимальных направлений развития. М.: Наука, 1979.
4. Мелентьев Л. А. Системные исследования в энергетике. Элементы теории, направления развития. 2-е изд., доп. М.: Наука, 1983.
5. Методика формирования региональных энергетических программ. М.: Министерство энергетики РФ, 2000.
6. Методы и модели для исследования оптимальных направлений долгосрочного развития топливо-энергетического комплекса / Под ред. А. А. Макарова. Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1977.
7. Методы исследования и управления системами энергетики. Новосибирск: Наука, 1987.
8. Нижегородцев Р. М. Сценарный подход к прогнозированию траекторий развития национальной экономики // Обучение рынку / Под ред. С. Ю. Глазьева. М.: ЗАО «Изд-во «Экономика», 2004.
9. Санеев Б. Г., Слико В. М., Калашников В. Д. Научные и прикладные аспекты разработки энергетической стратегии Хабаровского края // Вестник ДВО РАН. 2004. № 6.
10. Тенденции развития и прогнозирования энергетики стран – членов СЭВ / Под ред. А. А. Макарова, Д. Б. Вольфберга. М.: Энергоатомиздат, 1987.
11. A Framework for Energy Security Analysis and Application to a Case Study of Japan. Synthesis Report for Pacific Asia Regional Energy Security (PARES) Project. Berkley: Nautilus Institute, 1998.
12. Berkhout F., Hertin J. Foresight Futures Scenarios: Developing and Applying a Participative Strategic Planning Tool // Greener Management International. 2002. March.
13. Davis G. Scenarios as a Tool for the 21st Century // Probing the Future Conference. Strathclyde. July 12, 2002.
14. Energy to 2050: Scenarios for a Sustainable Future. Paris: OECD/IEA, 2003.
15. Foresight Methodologies. Training Module 2. Vienna: UNIDO, 2004.
16. Ghanadan R., Koomey J. G. Using Energy Scenarios to Explore Alternative Energy Pathways in California // Energy Policy. 2005. Vol. 33.
17. Godet M. The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls // Technological Forecasting and Social Change. 2001. № 1.
18. Godet M. The Scenario Method, From Anticipation to Action // A Handbook of Strategic Prospective. Paris: UNESCO, 1993.
19. Hester S., Tulpulé V., Burns K. Japan's Energy Futures: Economic Imperatives and Environmental Challenges. ABARE eReport 04.9, July 2004.
20. Japan Low Carbon Society Scenarios toward 2050: Backcasting from 2050. Tokyo: Global Environmental Research Fund, 2005.
21. Neff T. Improving Energy Security in Pacific Asia: Diversification and Risk Reduction for Fossil and Nuclear Fuels // Paper prepared for the Pacific Asia Regional Energy Security (PARES) Project. Berkeley: Nautilus Institute for Security and Sustainability, 1997.
22. Scenarios // Futures Research Methodology. Washington, D.C.: AC/UNU Millennium Project, 1994.
23. User Guide for LEAP 2006. Stockholm Environment Institute-Boston Center, Boston, USA. 2006. <http://forums.seib.org/leap/documents/Leap2006UserGuideEnglish.pdf>.
24. Velte D., Araguas de J. P. L., Nielsen O., Jörß W. Europe's Energy System by 2030: The EurEnDel Scenarios. Berlin-Zarauts: EurEnDel, 2004.