

УДК 338:92
ББК 65.9(2Р)23
С 409

С 409 **Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов** / отв. ред. В.В. Кулешов и Н.И. Суслов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 488 с.

Коллектив авторов:

к.э.н. Амосенок Э.П. (гл. 5), к.э.н. Бабенко Т.И. (гл. 4), к.э.н. Бажанов В.А. (гл. 5),
Беспалов И.А. (гл. 7), к.э.н. Блам Ю.Ш. (гл. 1: пп. 1.1, 1.2, 1.4, 1.5; гл. 4),
Бузулуцков В.Ф. (гл. 1: п. 1.3.; гл. 2: пп. 2.4, 2.5), д.ф.-м.н. Гимади Э.Х. (гл. 8: п. 8.3),
д.э.н. Глушенко К.П. (гл. 7), к.ф.-м.н. Гончаров Е.Н. (гл. 8: п.8.3), к.э.н. Журавель Н.М. (гл.3: п. 3.3),
д.э.н. Кибалов Е.Б. (гл. 7), к.э.н. Лугачева Л.И. (гл. 5), к.э.н. Маркова В.М. (гл. 3: пп. 3.1, 3.2, 3.4),
к.э.н. Машкина Л.В. (гл. 1: пп. 1.1, 1.2, 1.4, 1.5; гл. 4), к.э.н. Мусатова М.М. (гл. 5),
д.э.н. Пляскина Н.И. (гл. 8), к.э.н. Ситро К.А. (гл. 6), к.э.н. Соколов А.В. (гл. 5),
д.э.н. Суслов Н.И. (введение, гл. 2, заключение), д.э.н. Титов В.В. (гл. 9),
к.э.н. Харитонов В.Н. (гл. 8), д.э.н. Хуторецкий А.Б. (гл. 7),
к.э.н. Чурашев В.Н. (гл. 3), к.э.н. Ягольницер М.А. (гл. 6)

Представленная монография посвящена теории, методологии и практической реализации системного моделирования экономики. В центре обсуждения – опыт проектирования и построения программно-модельных конструкций, нацеленных на анализ развития многоотраслевых комплексов и отраслевых систем, а также предприятий и корпораций. Обсуждаются разработки в данной области, объединенные идеологией проекта СОНАР (Согласование Отраслевых и НАроднохозяйственных Решений). Данный подход характеризуется отказом от проектирования систем моделей на принципах жесткой комплементарности и строгого согласования моделей и предполагает создание модельных конструкций под возникающую проблему, учет внешних связей многоотраслевых комплексов в рамках использования специализированных народнохозяйственных межрайонных межотраслевых моделей, каждая из которых, нацелена на анализ проблем конкретной сферы национальной экономики. Модели нижних уровней системы учитывают отраслевую и региональную специфику. Книга рассчитана на ученых-экономистов, специалистов в области моделирования, аспирантов экономической и математической специализации.

ISBN 978-5-89665-260-1



УДК 338:92
ББК 65.9(2Р)23

© ИЭОПП СО РАН, 2014 г.
© Коллектив авторов, 2014 г.

Глава 2

СОНАР-ТЭК: МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ¹

2.1. СФЕРЫ «ОТВЕТСТВЕННОСТИ» ТЭК В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

Важнейшим принципом разработок в области энергетики является рассмотрение ТЭК не как изолированной структуры, а как части экономической системы. Другими словами, энергетический комплекс выступает в анализе как одна из подсистем экономики, имеющая вполне определенные, причем приоритетные, функции, и без нормальной работы которой невозможно существование и всего экономического комплекса.

ТЭК в любом случае рассматривается как важнейшая обеспечивающая и инфраструктурная подсистема, в функции которой входит поддержание надежности энергоснабжения для нормального функционирования и развития производства, социальной сферы, а также обеспечения комфортных условий жизни в домохозяйствах. В этой своей функции он также «ответствен» за достижение рационального уровня энергонасыщенности экономики, включая качество и количество используемой энергии, что очень важно с позиции обеспечения условий для реализации научно-технического прогресса. При этом объем и структура энергопотребления выступают как некие результирующие показатели, которые складываются под воздействием, с одной стороны, требований, предъявляемых потребностями социально-экономической системы, а с другой – возможностей самих энергопроизводящих отраслей, имея в виду доступность первичных источников энергии, а также технологии преобразования и доставки первичной энергии в ее конечные виды. Соответственно анализ текущего состояния и тенденций изменения энергопотребления является приоритетным направлением разработок в области топливно-энергетических балансов, составляя их расходную сторону.

При прогнозировании потребления по отраслям и регионам используется сочетание различных методов: прямого счета, анализа тенденций энергопотребления, межстрановых сравнений, экспертных оценок. На основе современных статистических методов анализируются тенденции в энергопотреблении по различным категориям потребителей как в динамике, так и на перекрестных данных регионов России и стран мира. Затем определяемые закономерности переносятся на будущее развитие в разрезе указанных потребителей (отраслей, видов экономической деятельности, групп населения). Используется также метод прогноза энергопотребления, основанный на прогнозных оценках выпуска видов энергоемкой продук-

¹ Данная глава подготовлена при поддержке гранта РГНФ 12-02-00258.

ции. При дополнительном учете воздействия на объемы энергопотребления новых инвестиционных проектов привлекается проектная, а зачастую и экспертная информация.

Важной функцией энергетики является то, что она сильно, а часто и определяющим образом, воздействует на социально-экономические и технологические структуры, порою практически полностью формируя их. Энергетические производства предъявляют спрос на другие виды продукции и ресурсы, тем самым стимулируя их производство. Совершенствование технологий добычи, преобразования, доставки и потребления ТЭР также оказывает стимулирующее воздействие на развитие науки, техники, накопление человеческого капитала (в виде подготовки кадров), что сказывается и на техническом уровне других производств. Здесь же проявляется и районообразующая роль ТЭК: имеющиеся природные энергетические ресурсы часто определяют начало и масштабы освоения новых районов, их дальнейшее развитие. Обильные источники энергии привлекают в зоны своего влияния энергоемкие производства. В таких случаях наличие энергоресурсов составляет конкурентное преимущество региона или страны.

При анализе и прогнозировании развития ТЭК, в особенности на макроуровне и в региональных разработках, следует принимать в расчет такую функцию энергетики, как ее способность генерировать большие доходы, имеющие высокую рентную составляющую. Это происходит тогда, когда энергетические производства становятся отраслями специализации регионов или стран. Проблема эффективного использования рентных доходов сама по себе не является чисто экономической, а оказывает воздействие на институциональную и политическую системы на макроуровне, может приводить к серьезным изменениям в налоговой системе, структурной и внешнеторговой политике, способствовать укреплению различных групп интересов – лобби. Зачастую, страны, обладающие значительными нефтегазовыми ресурсами, попадают в зависимость от них, характеризуемую как «институциональная ловушка» (называемая также «ресурсное проклятие»). Понятие «институциональной» или «социальной ловушки» означает неэффективное состояние социально-экономической системы, которое воспроизводится снова и снова ввиду больших социальных издержек, связанных с изменением ситуации. В таких случаях доходы от эксплуатации могут использоваться недостаточно эффективно вплоть до их вывоза за пределы стран и регионов.

Однако само наличие доходов всегда дает дополнительные возможности социально-экономическому развитию страны или регионов, где располагаются указанные ресурсы. За счет них идет наполнение бюджета, и расширяются возможности реализации социальных программ, а также финансирования инвестиций. Увеличиваются ресурсы банковской системы, стимулируется развитие фондовых рынков.

Еще одна функция ТЭК – геополитическая. В условиях глобализации и формирования мирового рынка энергоресурсов само обладание крупными источниками энергоресурсов может играть роль усиления влияния стран и регионов на международной арене. Этому способствует и формирование глобальных транспортных сетей для торговли энергоресурсами, что может вести к усилению влияния и третьих стран, через которые проходят или потенциально могут проходить трубопроводы для транспортировки углеводородов.

Мировой рынок нефти давно стал важнейшим элементом геополитического влияния. Изменения цен на нефть, зачастую вызванные политическими факторами и очень сильно увязанные с изменениями в ожиданиях, в свою очередь воздействуют на курсы валют, котировки на фондовых рынках и потоки капитала, что может изменить расстановку сил на мировой арене. Нефть является товаром особого рода: при ее важности в экономике она не имеет сколько-нибудь серьезных заменителей. Это означает, что спрос на данный товар неэластичен, т.е. изменения в цене на нефть лишь незначительно влияют на спрос на нее. Но и обратное также верно: небольшие изменения в количестве имеющихся нефти или нефтепродуктов ведут к серьезным колебаниям цен. Указанный фактор добавляет значимости рынкам углеводородов в смысле их воздействия на геополитическом уровне.

2.2. ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ ЭКОНОМИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП

В ИЭОПП в рамках разработок, направленных на анализ проблем ТЭК, усилия направлены на учет всех рассмотренных функций ТЭК, что потребовало развития подходов к моделированию энергетических систем. Энергетическая ветвь СОНАР, получившая название СОНАР-ТЭК, идентифицировалась в общем потоке отраслевых разработок в середине 80-х годов прошлого века. Ее основу составила модель ОМММ-ТЭК, созданная на основе известной Оптимизационной Межрайонной Межотраслевой Модели А.Г. Гранберга. Позже система СОНАР-ТЭК стала дополняться другими элементами – модельными конструкциями и целыми модельными комплексами, которые могут использоваться и изолированно. Указанные разработки являются содержанием многолетних исследований института в области ТЭК страны и регионов, рассматриваемых как часть национальной экономики или региональной экономической системы.

Комплексные исследования энергетики в системе ее внешних взаимосвязей восходят к широко известному плану восстановления экономики России после потрясений революций и войн ГОЭЛРО. Идеи системного подхода к изучению энергетики, положенные в основу данного плана, зало-

жили «основы отечественной энергетической научной школы, созданной академиком Г.М. Кржижановским» [Мелентьев, 1983, с. 8]. Прогресс в сфере вычислительной техники сделал возможным применение математических методов в области исследования и прогнозирования ТЭК с начала 60-х годов XX столетия [Кузнецов и др., 1962; Методы..., 1964]. Задача оптимизации по математической форме ставилась как распределительная задача линейного программирования, достоинствами которой являются простота реализации и, вместе с тем, достаточные возможности по описанию вариантности распределения топлива и энергии. Недостаток такой постановки – ограниченные возможности учета затрат на производство ТЭР – не позволяет, однако, использовать ее для оптимизации приходной части топливно-энергетического баланса. В дальнейшем были предложены блочные модели линейного программирования [Методика..., 1975; Методические положения..., 1975], значительно лучше отражающие закономерности процесса энергообеспечения экономики. Они позволяли учесть практически все важнейшие внутренние взаимосвязи энергетики: связи в рамках единого технологического процесса добычи и переработки топлива производства и преобразования энергии, доставки их потребителям, выработки и потребления конечных видов энергии.

Вместе с тем применение, хотя и развитых, но изолированных моделей ТЭК сужает возможности анализа взаимодействия энергетики и экономики, что особенно ощущается при долгосрочном прогнозировании, когда, как правило, имеется усиление воздействия ТЭК на экономику в целом. Осознание указанного недостатка изолированных моделей привело к формированию системного подхода к исследованию и моделированию ТЭК (методологические основы которого заложены в работах [Макаров, Мелентьев, 1973; Мелентьев, 1976, 1977]), предполагавшего, наряду с анализом и моделированием внутренних связей и объектов ТЭК, явный учет внешних связей ТЭК. Это достигается за счет включения в систему моделей таких конструкций, которые способны в той или иной степени описать взаимовлияние энергетики и экономики.

В 1970–1980-е годы прошлого века разрабатывалось и использовалось несколько модельных комплексов исследования ТЭК, включающих наряду с чисто энергетическими моделями, также модели, охватывающие другие сферы экономики: система моделей оптимизации ТЭК, развивавшаяся в ЦЭМИ АН СССР [Оптимизация..., 1981], система моделей обоснования оптимального развития топливно-энергетического комплекса, разрабатывавшаяся во ВНИИКТЭП при Госплане СССР [Крашенинников и др., 1979; Любочская, Орлов, 1979]. По-видимому, методически наиболее разработанным подходом к исследованию ТЭК на основе комплексов экономико-математических моделей, имевшим значительные результаты применения, являлся подход, развивавшийся в СЭИ СО АН СССР (ныне ИСЭ им. Л.А. Мелентьева СО РАН) и ИВТ АН СССР [Гершензон, 1983; Кононов,

1981; Криворучский, 1983; Макаров, Вигдорчик, 1979; Макаров и др., 1984; Макаров, Мелентьев, 1973; Методы..., 1977; Системные исследования..., 2000; Энергетический комплекс..., 1983]. Указанными коллективами в рамках единой концепции выбора оптимальных направлений развития ТЭК были разработаны две системы моделей – среднесрочного прогнозирования развития энергетики и долгосрочного прогнозирования развития энергетики.

Система среднесрочного прогнозирования развития энергетики [Макаров, Вигдорчик, 1979; Макаров и др., 1984] была предназначена для расчетов на периоды времени от 10 до 20 лет и нацелена на решение вопросов, связанных с определением рациональных тенденций в энергоснабжении, электрификации, в экспорте, внутренней структуре ТЭК, в специализированных видах транспорта топлива и энергии, в размещении энергоемких производств. Она также предназначалась для нахождения значения замыкающих затрат на топливо и энергию, оценки требований со стороны энергетики к развитию смежных отраслей народного хозяйства и выделению ТЭК народнохозяйственных ресурсов.

Система моделей для долгосрочного прогнозирования [Кононов, 1981; Макаров и др., 1984] позволяла проводить расчеты на период от 20 до 40 лет и включала существенно более агрегированные модели, чем предыдущая. Она была нацелена в первую очередь на учет внешних связей энергетики, что обуславливало существенное внимание к макроблоку – модели народного хозяйства.

Зарубежные исследования в области взаимосвязей энергетики и экономики в какой-либо заметной степени начались лишь в 70-е годы прошлого века, вызванные энергетическим кризисом [Bullard, Pilati, 1976; Danzig, Parikh, 1976; Hogan, 1974; Hudson, Jorgenson, 1974; Van der Voort, 1982; Манн, 1978]. Причем использовались как большие модели, включающие энергетику как сектор экономики, так и объединения экономических и энергетических моделей в единые комплексы¹. Пристальное внимание исследователей занимали вопросы воздействия цен на энергоресурсы на энергопотребление и структуру экономики, научно-технический прогресс; вопросы налоговой торговой политики. В дальнейшем создание систем моделей концентрировалось на аспектах долгосрочного прогнозирования энергопотребления и развития ТЭК с выявлением его возможного воздействия на экономическое развитие [Chateau, Quercia, 2003 (эл. ист. инф.); The Energy... (эл. ист. инф.); The National..., 2009 (эл. ист. инф.); Voß и др., 1995; Wade, 2003 (эл. ист. инф.)].

С началом экономических реформ существенным образом поменялись как условия функционирования экономики и ТЭК, так и положение науки в России. Распад старой системы управления экономикой привел к ликвидации централизованного планирования, управления отраслевыми

¹ Обзор западных подходов и моделей см. в кн.: Методы и модели прогнозных исследований взаимосвязей энергетики и экономики. – Новосибирск: Наука, 2009.

министерствами. В результате институциональных реформ были созданы самостоятельные субъекты рынка, работающие на началах самоуправления и самофинансирования. Роль государства при этом сводится, главным образом, к косвенному регулированию экономикой через вновь созданные органы экономического управления и пакеты акций крупных компаний, которые остаются в собственности государства. Постепенно повышалась роль механизма рыночного саморегулирования в экономике, значение финансовых и бюджетных ограничений. Экономика постепенно приобретала «чувствительность» к ценовым сигналам.

Указанные коренные изменения в роли государства и планирования, в статусе непосредственных производителей, всего хозяйственного механизма привели к изменению приоритетов, подходов и методологии анализа и прогнозирования процессов в области производства и потребления топливно-энергетических ресурсов. Это, прежде всего, выразилось в следующем:

- произошло изменение соотношения между позитивным и нормативным подходами в пользу первого: «...темпы роста и структура экономики больше не являются исходными условиями для прогнозирования энергетики» [Новая энергетическая политика..., 1995];

- в области прогнозирования повысилась роль краткосрочных прогнозов по сравнению с долгосрочными, хотя составлению последних все еще уделяется значительное внимание;

- сложные модели и методы, требующие длительного времени и больших усилий и средств на подготовку и адаптацию (отладку) в значительной мере уступили место более простым методам статистического анализа, имитационным и балансовым моделям, моделям простого счета. В частности, балансовые модели стали более распространенными по сравнению с оптимизационными;

- расширился предмет анализа и моделирования в области ТЭК: значительно большее внимание стало уделяться финансовым аспектам проблемы, ценовой и налоговой политики, взаимоотношениям с бюджетной сферой;

- появился обширный пласт литературы, посвященной исследованию институциональных проблем.

В целом, как нам представляется, имеет место тенденция к использованию менее строгих и более прагматических методов и моделей анализа и прогнозирования в энергетике, что, особенно в сочетании с развитием технических средств анализа и расчетов, позволяет минимизировать время и средства на получение результатов, имеющих практическую и теоретическую значимость.

Новым этапом в развитии модельных комплексов взаимосвязей экономики и энергетики как ИНЭИ РАН, так и ИСЭМ СО РАН явились разработки в рамках исследовательской Программы фундаментальных

исследований «Создание интерактивного модельно-компьютерного комплекса для исследования стратегий развития ТЭК во взаимосвязи с экономикой и оценки последствий оперативных решений» под руководством академика А.А. Макарова. Для обоих комплексов предполагалось на основе уже имеющихся моделей и вновь создаваемых конструкций создать комплекс компьютерных средств для прогнозирования и системной оценки эффективности, рисков и последствий принятия решений в области развития ТЭК во взаимосвязи с вариантами развития экономики страны при учете рыночных реалий и стратегий и направлений государственной политики. При этом комплекс средств анализа и прогнозирования ИНЭИ акцентирован на оценке и детальной проработке вариантов энергетической политики и мониторинга их реализации, т.е. по-прежнему достаточно сильно специализирован на разработке и сопровождении «Энергетической стратегии России».

Развиваемый в настоящее время комплекс модельно-компьютерных средств ИСЭМ акцентирован именно на долгосрочных расчетах. Он при этом, с одной стороны, нацелен на анализ воздействия внешних для ТЭК России факторов, таких как развитие экономики страны, выбор экономической политики, изменений внешней конъюнктуры, а, с другой стороны, наоборот, на исследование влияния стратегий и характеристик энергетического комплекса на развитие страны и регионов. Это означает учет в анализе прямых и обратных связей ТЭК страны [Методы..., 2009].

Комплекс имеет весьма сложную структуру и включает в себя как уже упоминавшиеся выше конструкции, так и новые. В качестве элементов комплекса выступают системные блоки, сами являющиеся модельными комплексами, которые могут использоваться самостоятельно. Как удается понять, первичными элементами системы моделей для комплексной оценки долгосрочных последствий изменений в условиях развития ТЭК страны [Методы..., 2009, с. 31] выступают: модельный комплекс МЭСТЭК, система моделей для расчета спроса на энергоносители по регионам, оптимизационная динамическая модель ТЭК, модели ИНТАР и ТАРИН, работающие совместно. Для расчетов используются характеристики ВВП, внешней конъюнктуры и налоговой и ценовой политики. На выходе – характеристики вариантов развития ТЭК по регионам страны, включая спрос на энергоносители, объемы производства и переработки ТЭР, цены на энергоресурсы, а также, как можно ожидать, показатели экономического развития, включая объемы выпуска продукции по отраслям и регионам, инвестиции, темпы инфляции, финансовые показатели в отраслях ТЭК, а также бюджеты регионов. В дальнейшем для лучшей оценки реализуемости вариантов развития ТЭК предполагается включение в общую систему еще одного модельного комплекса – ИМПАКТ-2.

Модельный комплекс МЭСТЭК представляет собой «сообщество» моделей макро- и мезоуровня. Это динамическая народнохозяйственная

.....

модель МИДЛ, базирующаяся на межотраслевой информации; модели ИНФЛЯЦИЯ, ОРГАН; модель энергопотребления; модель МАКРОТЭК [Методы..., 2009, с. 147]. Использование МЭСТЭК непосредственно позволяет анализировать воздействие изменений в ТЭК на экономику в целом – темпы и структуру производства, цены, финансы, социальную сферу.

Комплекс моделей энергопотребления включает опять-таки модель МИДЛ и имитационную модель энергопотребления в производственной сфере. Из первой модели во вторую поступают объемы производства в отраслях хозяйства, включая выпуски на вновь вводимых мощностях. Использование цен на энергоресурсы и другие виды продуктов, а также показателей эластичности спроса на энергоносители и встраивание процедуры оценки «экономической целесообразности ускорения перехода к новой технологии» [Методы..., 2009, с. 50] позволяет учесть воздействие рыночных стимулов к энергосбережению. Еще одна модель – называемая НЕПР-ЭН – предназначена для прогноза и анализа потребления энергоресурсов в непромышленной сфере. В ней, как можно понять из описания [Там же, с. 59–67] реализованы процедуры и нормативы расчетов, утвержденных Правительством РФ. В целом, представляется, что обсуждаемый блок общего МКК позволяет построить расходную часть региональных ТЭБ на перспективу, и при этом остаются понятными лежащие в основе прогнозов гипотезы.

Оптимизационная динамическая модель ТЭК позволяет подробно рассчитать параметры развития отраслей ТЭК на перспективу до 30 лет для каждого пятого года по федеральным округам, что делает возможным расчет приходной части перспективных региональных ТЭБ. Модель позволяет также осуществлять выбор между конкурирующими технологиями.

Две модели – ИНТАР и ТАРИН – предназначены для прогнозных расчетов цен и тарифов. При этом в модели ИНТАР, исходя из требований осуществления необходимых платежей и окупаемости затрат, определяются уровни цен за период, а модель ТАРИН осуществляет развертку средней за период цены в динамике, используя критерий дисконтированного потока денежных средств на строительство новых электростанций. Таким образом, одновременно выбираются и варианты инвестирования в новое строительство. Верхние границы цен определяются дополнительно на основе анализа связанных с транспортом и экспортными налогами. Данная процедура выглядит вполне логично и отражает закон выравнивания цен. Однако имеются факторы, учесть которые в моделировании и прогнозировании на длительную перспективу достаточно сложно. Цены на топливо на внутреннем рынке могут оказаться и выше внешних цен ввиду, например, политики ценовой дискриминации, проводимой российскими компаниями, обладающими рыночной властью. Это может привести и к высоким тарифам на электро- и теплоэнергию.

2.3. АРХИТЕКТУРА СОНАР-ТЭК

Энергетическая ветвь СОНАР, получившая название СОНАР-ТЭК, идентифицировалась в общем потоке отраслевых разработок в середине 80-х годов прошлого века. Ее основу составила модель ОМММ-ТЭК, созданная на основе известной оптимизационной межрайонной межотраслевой модели А.Г. Гранберга [Гранберг, 1973]. Позже система СОНАР-ТЭК стала дополняться другими элементами – модельными конструкциями и целыми модельными комплексами, которые могут использоваться и изолированно. Указанные разработки являются содержанием многолетних исследований института в области ТЭК страны и регионов, рассматриваемых как часть национальной экономики или региональной экономической системы. Основными принципами ее проектирования и строительства явились:

- укрупненное описание комплекса внутренних и внешних связей энергетического комплекса экономики в единой модельной конструкции;
- комплексный учет взаимосвязей различного типа – межотраслевых, межрегиональных, связей конкуренции между сферами хозяйства за основные народнохозяйственные ресурсы;
- выделение магистральных направлений исследования и создание под них основных модельных модулей – достаточно автономных программно-модельных комплексов, способных функционировать совместно и при этом формирующих «ядро системы»;
- создание модельных конструкций «под возникающую проблему»; указанные конструкции также увязываются с ядром системы;
- создание средств для реализации интерактивного режима функционирования средств СОНАР-ТЭК, обеспечивающего «диалог» между экспертом-исследователем и модельным комплексом;
- создание средств и моделей, отражающих специфику конкретных подсистем и объектов энергетики.

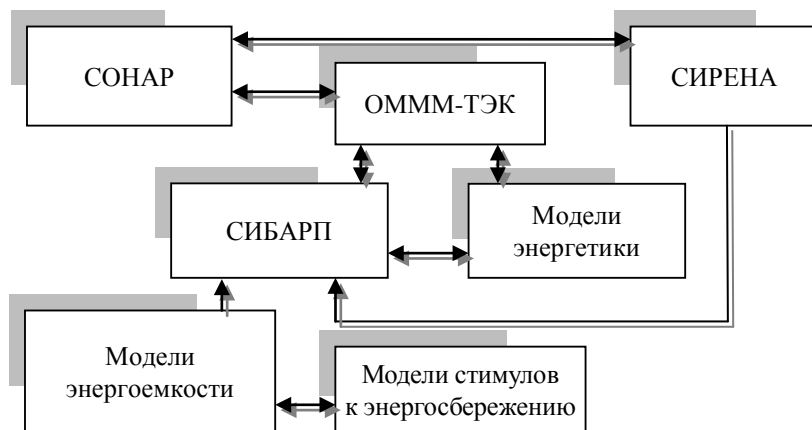


Рис. 2.1. Принципиальная структура и связи СОНАР ТЭК

Современная архитектура системы СОНАР-ТЭК (рис. 2.1), во-первых, отражает его взаимосвязи с общей системой СОНАР. Речь идет, прежде всего, о согласовании общих параметров развития национальной экономики, ее крупных секторов и регионов, осуществляемого на основе взаимодействия различных детализированных или специализированных ОМММ. Взаимосвязи с родственным комплексом разработок СИРЕНА также возможны и практически имели и имеют место. Например, в ходе разработки Стратегии развития Новосибирской области (НСО) оказалось удобным сформировать особый модельный комплекс, включающий как модели комплекса СИРЕНА, так и СОНАР [Методология..., 2010].

Далее взаимодействия центральной модели проекта ОМММ-ТЭК детализируются как по региональной линии, так и по отраслевой. Связи по региональной линии реализуются через программно-модельный комплекс СИБАРП (СИстема БАлансовых Расчетов на Перспективу), позволяющий осуществлять комплексный прогноз экономики региона на перспективу. Данная система включает несколько конструкций – базовые модели региональных межотраслевых балансов, модели макроэкономического прогноза, микроэкономические модели прогноза по секторам экономики региона, прогнозны модели межотраслевого баланса, а также модели энергопотребления. В настоящее время система реализована для Новосибирской области и апробирована при обосновании программы энергоэффективности и энергобезопасности НСО и «Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 г.». Данная система, предназначенная, главным образом, для обоснования долгосрочных прогнозов, работает в увязке со статической моделью экономики НСО, включающей также связи производственной и бюджетной сфер экономики региона. Результаты расчетов с использованием системы СИБАРП передаются в блок энергетических моделей региона для построения показателей расходной части ТЭБ. Модельный комплекс позволяет строить и анализировать укрупненные перспективные межотраслевые балансы территорий.

Связи по отраслевой линии реализуются с моделями энергетических систем, которые охватывают более чем один административный район, например на территориях Сибири или России. Это энергетические модели как ТЭК в целом, так и его подсистем. Соответствующие конструкции использовались при обосновании перспектив угольной промышленности, электроэнергетики, энергетической стратегии Сибири. Важнейшие из них описаны в следующей главе монографии.

Основные направления исследований в рамках проекта СОНАР-ТЭК (рис. 2.2) концентрируются вокруг некоторых устойчивых модельных конструкций – кроме ОМММ-ТЭК и СИБАРП применяются также сетевые модели освоения нефтегазовых территорий, называемые также моделями мегапроектов [Пляскина, 2007].

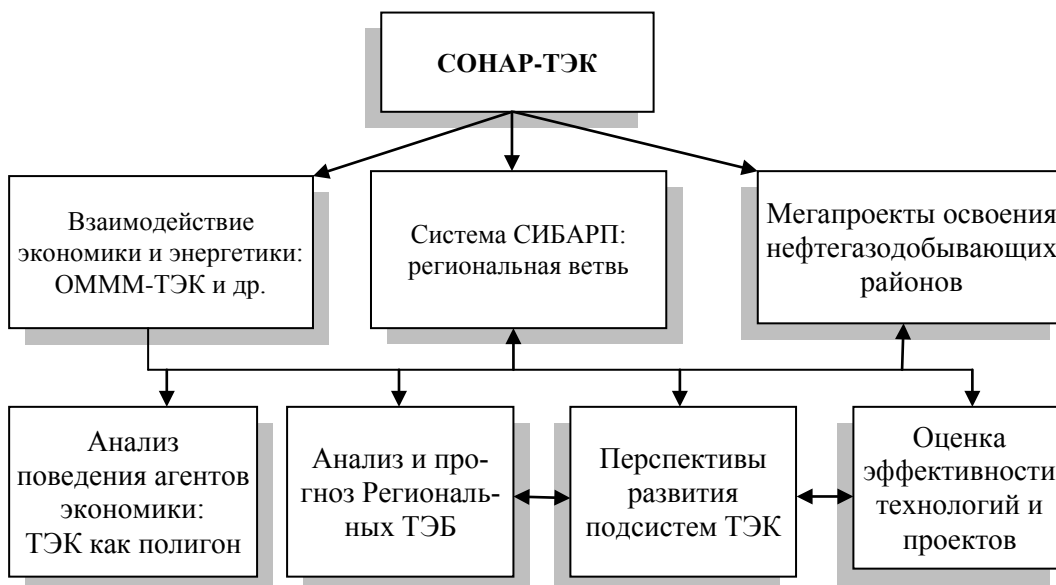


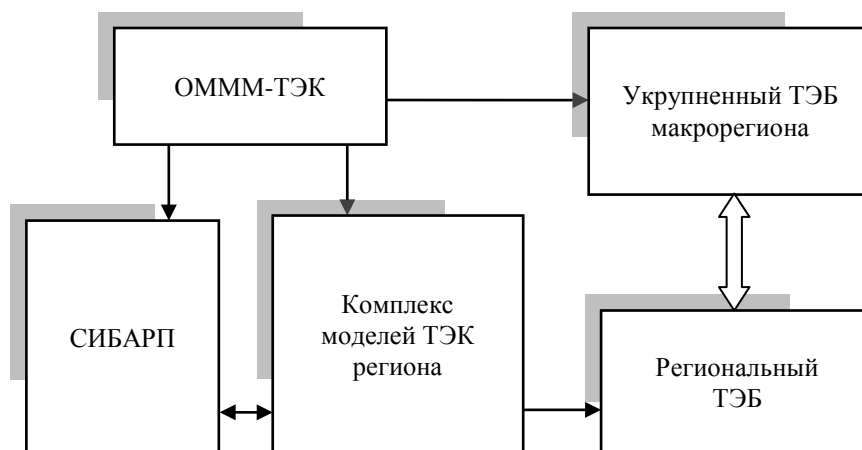
Рис. 2.2. Основные направления исследований в рамках СОНАР-ТЭК

Анализ поведения агентов экономики основывается на теоретических моделях, проливающих свет на решения, принимаемые производителями и потребителями энергоресурсов в зависимости от различных ценовых и институциональных условий. Для тестирования указанных моделей и конкретных расчетов, экономических параметров, характеризующих поведение агентов, применяются практические модели балансового типа или эконометрические. Встроенность таких разработок в общую систему исследований СОНАР-ТЭК обеспечивается тем, что входные параметры для прикладных моделей поведения, например цены и объемы выпуска по отраслям хозяйства, рассчитываются в моделях верхнего уровня. Далее параметры, оцененные в рамках использования моделей поведения, такие как коэффициенты эластичности спроса на энергоресурсы по видам энергоносителей, отраслям и регионам экономики, могут использоваться в ОМММ-ТЭК, системе СИБАРП и для расчета потребностей в энергоресурсах для энергетических моделей. Такая схема реализована для прогноза и анализа региональных ТЭБ сибирских административных районов [Методология..., 2010].

При построении и прогнозе региональных ТЭР используется модель национальной экономики (ОМММ-ТЭК или имитационная макро модель проекта СИРЕНА), комплекс СИБАРП и модель топливно-энергетического баланса региона с информационным наполнением, зависящим от конкретного объекта анализа – области или края. Система СИБАРП сама по себе включает блок расчета коэффициентов энергоемкости по отраслям на основе эконометрических моделей, что позволяет обосновать коэффициенты затрат энергии на производство выделяемых видов экономической

деятельности. Указанная информация затем используется в модели ТЭБ региона для конструирования его расходной части. Как правило, расчеты ТЭБ осуществляются для перспективы на 15–20 лет с шагом по пятилетиям. На рис. 2.3 представлена схема для расчета и прогноза регионального ТЭБ. ОМММ-ТЭК позволяет сконструировать укрупненный ТЭБ макрорегиона – Западной Сибири, Восточной Сибири, Дальнего Востока. Строимые ТЭБ по полной схеме расчетов детализируют этот ТЭБ макрорегиона.

Важное направление – оценка эффективности распространения тех или иных технологий в области производства, транспорта или потребления энергоресурсов, а также крупных инвестиционных проектов, необязательно акцентирующихся на использовании новых технологий. ОМММ-ТЭК при этом позволяет оценить народнохозяйственные последствия анализируемого мероприятия: структурные сдвиги в производстве как по видам деятельности, так и по регионам, изменение макроэкономических показателей, объем и распределение инвестиций. Полученная оценка эффективности как прирост (убыль) ВВП и фонда потребления в последнем году горизонта прогноза включает прямые и косвенные эффекты и может отличаться от оценки эффективности для инвестора. Такие оценки делаются с использованием моделей энергетики и далее – моделей инвестиционных проектов, предполагающих расчеты чистой текущей стоимости и внутренней нормы рентабельности. Таким образом, применение комплекса средств СОНАР-ТЭК позволяет дать комплексную оценку эффективности распространения новых технологий и инвестиционных проектов.



Примечание: фигурная стрелка между блоками ТЭБ макрорегиона и ТЭБ региона означает, что осуществляется неформальное согласование выходных показателей.

Рис. 2.3. Принципиальная структура региональной ветви СОНАР-ТЭК:

2.4. ОМММ-ТЭК – ЦЕНТРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СОНАР-ТЭК

Первоначальная версия ОМММ-ТЭК. Центральной моделью энергетической ветви остается специализированная ОМММ-ТЭК с детализированным представлением отраслей ТЭК. Она была разработана в ИЭОПП Н.И. Сусловым и А.А. Чернышовым в середине 1980-х годов [Суслов, Чернышов, 1989, 1992]. Ее основой стала уже обсуждавшаяся «каноническая ОМММ», предложенная и развитая академиком А.Г. Гранбергом [Гранберг, 1973; Гранберг и др., 2007].

Трансформация на основе использования агрегированной канонической ОМММ, выступающей в качестве протомодели, осуществлялась по следующим направлениям:

- 1) детализация внутренней структуры выделяемого межотраслевого комплекса;
- 2) детализация отраслей, сопряженных с выделяемым комплексом;
- 3) учет особенностей функционирования и развития выделяемого межотраслевого комплекса и сопряженных с ним отраслей;
- 4) связанная с двумя предыдущими направлениями детализация инвестиционного блока;
- 5) блочная структура информационного наполнения модели; выделение «ядра» модели и ее периферийных элементов, что обеспечивает возможность автономного развития различных блоков модели; при этом другие ее блоки, а также программный сервис могут не меняться;
- 6) совмещение в рамках единой модели различных методических подходов, в том числе макроэкономического и межрайонного анализа, принципов стоимостного межотраслевого и натурального топливно-энергетического балансов.

Рассмотрим некоторые из этих направлений более подробно.

◆ *Детализация отраслей ТЭК.* Детализация отраслей ТЭК имела целью представление энергетических продуктов в натуральных показателях. Было пройдено несколько эволюционных этапов (создано несколько версий отраслевой номенклатуры модели), пока не была найдена такая степень детализации отраслей ТЭК, которая позволяла бы, с одной стороны, учесть комплексность выпуска некоторых продуктов, а с другой – представить в качестве объекта оптимизации в разрезе страны и макрорегионов натуральные пропорции топливно-энергетического баланса в целом. В конечном итоге детализация ТЭК была доведена до 8 отраслей: добыча твердого топлива, переработка угля, добыча нефти и попутного газа, добыча газа и газового конденсата, производство темных нефтепродуктов, производство светлых нефтепродуктов, производство электроэнергии, производство тепла. Как следствие была получена возможность отслеживания в процессе оптимизации соотношения между первичными энергетическими ресурсами и конечной энергией.

♦ *Выделение сопряженных с ТЭК отраслей.* Для полного учета затрат на развитие энергетики машиностроение было разделено на 3 отрасли: производство машин и оборудования для электроэнергетики (энергетическое машиностроение), производство машин и оборудования для топливной промышленности и остальное машиностроение (машиностроение общего вида). Из строительства была выделена как отдельная отрасль бурение, из отрасли «химия и нефтехимии» – нефтехимия. Из отрасли «транспорт и связь» выделяются две отрасли трубопроводного транспорта (газо- и нефтепроводы), а все остальные отрасли образуют агрегат «транспорт общего вида и связь». Число видов инвестиций в технологической структуре, представленных в протомодели двумя видами (оборудование и строительно-монтажные работы), таким образом, увеличивается до пяти: три вида машин и оборудования, СМР и бурение).

Выделение трубопроводного транспорта вызвало необходимость превращения отрасли «черная металлургия» в фондосоздающую и учета еще одного вида капитальных вложений – «трубы для газо- и нефтепроводов». В основе такого превращения лежит исключение из стоимости общего объема строительно-монтажных работ, являющегося результатом деятельности отрасли «строительство», стоимости труб и учет их – тоже как вида основных фондов и капитальных вложений – отдельной позицией. В этом случае удается учесть важную особенность капитальных вложений в транспорт нефти и газа – повышенную долю в них продукции черной металлургии. В результате детализации отраслей ТЭК и сопряженных с ним отраслей номенклатура модели увеличилась с 16 до 28 отраслей¹.

♦ *Учет особенностей функционирования ТЭК.* Учет особенностей рассматриваемого межотраслевого комплекса и сопряженных с ним отраслей необходим при исследовании его внешних связей, а также в целях повышения адекватности отражения его взаимодействия со всем народным хозяйством. При построении ОМММ-ТЭК учитывались следующие особенности энергетики:

- 1) специфика воспроизводства мощностей в нефте- и газодобывающей промышленности;
- 2) высокая зависимость развития добывающих отраслей ТЭК от наличия и эффективности разведки и разработки запасов топливных ресурсов в том или ином районе и в стране в целом;
- 3) комплексность выпуска различных видов энергетической продукции отдельными технологическими способами (нефти и попутного газа, газа и газового конденсата);

¹ При адаптации ОМММ-ТЭК к Системе национальных счетов в начале 2000-х годов номенклатура отраслей увеличилась до 29 за счет включения новой отрасли «сфера нематериальных услуг», объединяющей все виды деятельности нематериального производства, представленные в СНС, и формирования соответствующих региональных производственных способов [Суслов, Бузулуцков, 2010, с. 40–41].

- 4) особенности трубопроводного транспорта нефти и газа;
- 5) возможность альтернативного производства электроэнергии и тепла различными обобщенными технологиями (ТЭЦ, КЭС, АЭС, котельными и т.д.), использующими разные виды топлива (уголь, мазут, газ).

В «классической» версии ОМММ производство продукции каждой отрасли осуществляется технологическими способами на «старых» и «новых» мощностях. Под старыми мощностями, с которых снимается продукция в последнем году прогнозного периода, понимаются те, что уже действовали на его начало. На новых мощностях осуществляется прирост производства за счет капиталовложений на расширение и создание мощностей. Понятие «старые мощности» для чисто добывающих отраслей не имеет тот же смысл, что для обрабатывающих, поскольку их деятельность заключается в извлечении невозпроизводимых ресурсов. В этих условиях каждая новая порция капитальных вложений связана с вовлечением в производство дополнительной доли промышленных запасов нефти и газа и может считаться затратами на новые мощности. Кроме того, в нефте- и газодобыче относительно велики годовые объемы выбытия мощностей.

Названные особенности обусловили иной подход к описанию процесса воспроизводства мощностей в рассматриваемых отраслях, чем применявшийся в традиционной схеме построения ОМММ. Суть его заключается в том, что параметры удельных капитальных вложений представляются как нелинейные функции от общего объема ввода мощностей за весь прогнозный период. Эти функции, во-первых, отражают удорожание новых мощностей в связи с переходом от более эффективных месторождений нефти и газа к менее эффективным, во-вторых, позволяют учесть повышенные объемы выбытия мощностей по добыче данных ресурсов.

Введение специфических условий по отображению добычи нефти и газа дополняется формированием блока запасов нефти и газа, отражающим связи между вводом новых мощностей по добыче и вводом промышленных запасов в данном районе или по отрасли в целом. Это необходимо сделать ввиду важности отслеживания в прогнозах кратности запасов нефти и газа годовой добыче. Законы воспроизводства в описываемых отраслях требуют, чтобы данная величина находилась в некоторых заданных пределах. Если она окажется больше допустимой, то это приведет к замораживанию значительных средств, вложенных в геологоразведку, если же опустится за нижнюю границу – возникнут затруднения с формированием обеспеченных прогнозов добычи нефти и газа. Таким образом, при данных коэффициентах кратности запасов последние выполняют функцию верхних границ на переменные по вводу мощностей по добыче нефти и газа, а инвестиции в запасы (в геологоразведку) по выделенной ранее отрасли «бурение» включаются в общий баланс инвестиций.

Описание в модели трубопроводного транспорта отличается от представления транспорта общего вида в ОМММ выделением «старой» и «новой» пропускной способности трубопроводов в межрайонных поставках и отнесением капитальных вложений, затрачиваемых на него, непосредственно на межрайонные потоки нефти и газа. Удельные затраты капитальных вложений в межрайонный транспорт конструируются таким же образом, как и капиталоемкость производства продукции. Большие сроки службы трубопроводов определяют существенное различие в уровне коэффициентов капиталоемкости на старых и новых участках.

♦ *Блочная структура модели.* ОМММ-ТЭК строится как объединение различных функциональных блоков. Блоком является часть столбцов и строк уравнений модели, объединяемых общностью смысловой нагрузки, обуславливающей общность приемов моделирования. Критерием выделения блоков служит целесообразность создания отдельной подпрограммы (или набора подпрограмм) для их автономного построения. Выделяются производственный, транспортный, инвестиционный, региональные блоки, блок макроэкономических показателей. Формируются также блоки стоимостных и натуральных продуктов и блок взаимосвязей между ними. Каждый региональный блок матрицы распадается на подматрицу макроэкономических соотношений и подматрицу производственно-транспортных уравнений и ограничений.

Поясним назначение некоторых специфических блоков модели.

Макроэкономический блок модели позволяет преобразовывать искомые переменные модели, оптимизируемые в отраслевом разрезе по каждому региону в конечные макропоказатели экономики региона (валовая и чистая продукция, амортизационный фонд, производственные инвестиции, накопление оборотных фондов, ввоз продукции в регион, вывоз продукции из региона, фонд непродовственного потребления и т.д.).

Стоимостной блок модели составляет ее ядро – неизменяемую часть. Он объединяет подблок переменных, которые не детализированы по сравнению с протомоделью, подблок сопряженных с ТЭК отраслей и подблок стоимостного выпуска энергетических видов продукции. В этот же подблок входят переменные, носящие расчетный характер и являющиеся «суммами» переменных, входящих в другие подблоки стоимостного блока. С их помощью происходит сведение 28-отраслевой номенклатуры модели к стандартной. Таким образом, решение модели представляется одновременно в детализированной 28-отраслевой номенклатуре и в стандартной 16-отраслевой, что облегчает формализованный анализ решений и их сравнение с решением агрегированной ОМММ и специализированных ОМММ других отраслевых «ветвей» проекта СОНАР.

Натуральный блок модели делится на подблоки натуральных выпусков агрегированных и детализированных энергетических продуктов. Первый из указанных подблоков относится наряду со стоимостным блоком к неизмен-

ной части модели – «ядру», а подблоки отдельных энергетических производств – к развиваемой части модели. Данные подблоки в зависимости от имеющейся информации или задач исследования могут представляться с различной степенью детальности и включать при этом те или иные дополнительные условия. Так, например, электроэнергетика первоначально была представлена в модели всего двумя отраслями – «традиционной» и атомной энергетикой, вырабатывающими агрегированный энергетический продукт, но затем число технологий было доведено до 12 альтернативных способов производства тепла и электроэнергии. Взаимосвязи между стоимостным и натуральным блоком, а также внутри натурального – осуществляются через специальный блок перехода, учитывающий различия статистических подходов межотраслевого и топливно-энергетического балансов.

Наличие натурального блока модели позволяет прогнозировать расходную часть ТЭБ выделяемых в ней территориальных единиц. Для этого получаемые в расчетах выпуски по отраслям промышленности и народного хозяйства умножаются на натуральные экзогенно задаваемые коэффициенты затрат энергоресурсов на выпуск единицы соответствующего продукта в неизменных ценах базового года. Модель позволяет также определить и другие показатели ТЭБ – объемы преобразования топлива и энергии, его транспортировки за пределы региона. Однако следует признать, что указанные показатели не обладают достаточной обоснованностью ввиду огрубленного представления в модели процессов выпуска и переработки видов топлива и энергии. Поэтому объемы ввоза, вывоза, переработки и преобразования энергоресурсов, полученные на основе расчетов с использованием ОМММ-ТЭК, могут приниматься во внимание как первичные оценки, нуждающиеся в дальнейшем обосновании с использованием других моделей.

Современная версия ОМММ-ТЭК. Приведем описание модели ОМММ-ТЭК с элементами национальных счетов, достаточное для освещения методических вопросов функционирования программно-модельного комплекса [Суслов и др., 2007; Суслов, Бузулуцков, 2010; Бузулуцков, 2002]. Она является современной версией модели, разработанной Н.И. Сусловым и А.А. Чернышевым с таким же названием [Суслов, Чернышов, 1989, 1992]. ОМММ-ТЭК строится как система объединенных прогнозных балансов:

- 1) региональных межотраслевых балансов производства и распределения продукции (МОБ) в последнем году прогнозного периода;
- 2) балансов наличия и использования трудовых ресурсов (занятых в «производственной деятельности», понимаемой в методологии СНС) в каждом регионе в последнем году прогнозного периода;
- 3) балансов производства и потребления инвестиций в основной капитал в регионах за весь прогнозируемый период.

Условием объединения региональных балансов является межрегиональная система производственно-транспортных связей и задаваемые экзогенно соотношения уровней жизни населения регионов, которые связываются единым максимизируемым критерием – затратами на фактическое конечное потребление домашних хозяйств в заданной межрегиональной и отраслевой структуре.

Единичным решением модели является вариант развития экономики в последнем году прогнозного периода, включающий производство общественного продукта в разрезе отраслей (видов деятельности), регионов и технологических способов; объемы перевозок транспортабельной продукции между регионами по выделяемым видам транспорта; объемы фактического конечного потребления домашних хозяйств, выступающие в качестве показателя роста или снижения эффективности функционирования экономики; объемы инвестиций в основной капитал за последний год и за весь прогнозный период.

ОМММ-ТЭК относится к типу полудинамических моделей, поскольку ее внутривременная динамика представляется заданием закона роста капитальных вложений в рамках прогнозного периода, и, таким образом, темп роста инвестиций является эндогенным параметром модели. Так как ОМММ-ТЭК входит в класс линейных моделей, то кривая роста капитальных вложений линеаризуется по определенной методике. Капитальные вложения в производство рассчитываются исходя из заданных параметров отраслевой капиталоемкости продукции и услуг, дифференцированной по регионам.

В модели выделяется 6 российских регионов: Европейская Россия, Тюменская область, «остальная Западная Сибирь», Восточная Сибирь, Дальний Восток и Урал (Уральский федеральный округ без Тюменской области). Таким образом, в модели представлено 3 восточных федеральных округа (Уральский, Сибирский и Дальневосточный), а остальная часть страны объединена в один макрорегион.

Обобщающим конечным показателем производственной деятельности региона и его экономических взаимосвязей выступает валовой региональный продукт (ВРП) как сумма валовой добавленной стоимости отраслей и видов деятельности региона. Он представлен в блоке макроэкономических показателей модели и является расчетным показателем. В ОМММ-ТЭК расчет ВРП осуществляется как производственным методом, так и по элементам конечного использования [Бузулуцков, 2002, с. 17–20].

ОМММ-ТЭК принадлежит к классу нормативных народнохозяйственных моделей с достаточно высокой степенью агрегированности, поэтому наиболее целесообразно ее использовать для анализа последствий крупномасштабных и долгосрочных решений в структурной, инвестиционной, экспортно-импортной политике, влияющих на уровни народнохозяйственного и регионального энергопотребления в перспективе 10–15 лет. Применяемый в СОНАР принцип рассмотрения развития отраслевых сис-

тем совместно с условиями функционирования всего народного хозяйства и адекватный модельный аппарат позволяют «включать» прогнозы отдельных отраслевых систем в общую систему обоснования народнохозяйственного прогноза и строить взаимосвязанные сценарии, где внешние связи рассматриваемой отраслевой системы выступают как эндогенные. Так, в настоящую версию модели «включены» «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» (2009 г.) и «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (2008 г.).

Отправной точкой для сценарных расчетов с использованием моделей данного класса является, как правило, центральный вариант решения модели. Центральный вариант – это единичное сбалансированное решение, представляющее «нормативный», («оптимальный», «желаемый») и в то же время достаточно вероятный прогноз развития экономики и многоотраслевого комплекса на последний год прогнозного периода.

Далее рассмотрим отраслевую и технологическую структуру ОМММ-ТЭК. Производственная структура регионов, адаптированная к ОКВЭД включает 45 производств товаров и услуг, в том числе 8 отраслей (видов деятельности) ТЭК. Структурной особенностью модели является одновременное моделирование в рамках производственного блока стоимостных и натуральных пропорций отраслей ТЭК. Натуральный подблок отраслей ТЭК представлен набором технологических способов (от 1-го до 20-го) производства и переработки энергоресурсов, включая способы, производящие два продукта.

Отраслевая и технологическая структура ОМММ-ТЭК дается с краткими комментариями, в которых отрасли (виды деятельности) модели идентифицируются с официальной классификацией ОКВЭД, а в некоторых случаях – с предшествующей ей классификацией ОКОНХ [Российский статистический ежегодник. Приложение..., 2004]. Градация группировок видов деятельности в ОКВЭД по степени убывания общности принята следующая: раздел, подраздел, класс, подкласс, группа, подгруппа, вид. Если отрасль (вид деятельности) характеризуется более чем одной технологией (это касается только отраслей ТЭК), то они называются здесь же. Порядок отраслей и видов деятельности приводится в соответствии с блочной структурой построения модели (сложившейся исторически при создании предыдущих версий), при которой производственный блок состоит из трех самостоятельных программно формируемых подблоков: 1) группа отраслей, не связанных с ТЭК: с 1-й по 22-ю отрасль; 2) группа отраслей, включающих сопряженные с ТЭК отрасли: с 23-й по 37-ю отрасль; 3) 8 отраслей ТЭК.

Ниже приведен перечень товаров и услуг, входящих в отраслевую и технологическую структуру ОМММ-ТЭК.

1. Руды черных металлов. Включает добывающие подотрасли черной металлургии.

2. Черные металлы. Включает часть металлургического производства раздела обрабатывающих производств. Часть продукции черных металлов,

а именно – трубы для нефте- и газопроводов, используется как элемент капитальных вложений в балансах инвестиций, и, таким образом, отрасль черная металлургия становится фондосоздающей.

3. Руды цветных металлов. Включает добывающие подотрасли цветной металлургии.

4. Цветные металлы. Включает часть металлургического производства раздела обрабатывающих производств (ОКВЭД, подраздел DJ, класс 27).

5. Готовые металлические изделия. Входит в подраздел металлургического производства и производства готовых металлических изделий (ОКВЭД, подраздел DJ, класс 28). В значительной степени объединяет ту часть продукции, которая в ОКОНХ входила в отрасль «машиностроение и металлообработка» как в части металлообработки, так и в части самого машиностроения.

6. Добыча полезных ископаемых, кроме металлических руд и части топливно-энергетических полезных ископаемых (ОКВЭД, подраздел SA, класс 12; подраздел SB, класс 14). В данной отрасли присутствует такой вид деятельности по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых, как добыча урановой и ториевой руды, входящих в состав подраздела SA, тогда как основной массив деятельности по добыче топливно-энергетических ископаемых сохранил свое присутствие в топливно-энергетической части модели.

7. Деревообработка (ОКВЭД, подраздел DD, класс 20).

8. Целлюлозно-бумажная производство (ОКВЭД, подраздел DE, класс 21).

9. Издательская и полиграфическая деятельность (ОКВЭД, подраздел DE, класс 22).

10. Производство прочих неметаллических минеральных продуктов (ОКВЭД, подраздел DI, класс 26).

11. Легкая промышленность. Объединяет виды деятельности – текстильное и швейное производство (ОКВЭД, подраздел DB, классы 17,18) с производством кожи, изделий из кожи и производством обуви (подраздел DC, класс 19).

12. Пищевая промышленность с мукомольно-крупяной и комбикормовой. Помимо производства пищевых продуктов включает производство табачных изделий (ОКВЭД, подраздел DA, классы 15,16).

13. Прочие промышленные производства. В соответствии с ОКВЭД включают производство мебели, обработку вторичного сырья и прочее (ОКВЭД, подраздел DN, классы 36, 37).

14. Сельское хозяйство. Включает растениеводство и животноводство (ОКОНХ, коды 21100, большинство кодов 21200, за исключением кода 21242 – птицеводство мясное и части деятельности под кодом 21243 – птицеобъединения мясо-яичные, которые отнесены в ОКВЭД к пищевой отрасли), эксплуатацию ирригационных и мелиоративных систем, сельскохозяйственное водоснабжение, а также другие организации по обслуживанию сельского хозяйства (ОКОНХ, коды 22100, 21300).

15. Охота и лесное хозяйство. Включает охоту, пушной промысел, разведение дичи (ОКОНХ, код 21400), лесоводство, сбор дикорастущих и недеревесных продуктов, обслуживание лесного хозяйства (ОКОНХ, коды 31100, 31300, 32000). Основной удельный вес в данном агрегате занимает лесозаготовительная промышленность (ОКОНХ, код 15100), которая в ОКОНХ входила в состав лесного комплекса (лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности).

16. Рыболовство и рыбоводство. В этот вид деятельности вошла рыбная промышленность (ОКОНХ, код 18300), а также рыбоводство и вылов рыбы и других водных биоресурсов (ОКОНХ, коды 21300, 21500).

17. Торговля, оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования. Совокупность видов деятельности, которые полностью формируют в ОКВЭД раздел G.

18. Гостиницы и рестораны. Деятельность гостиниц и ресторанов, включает отрасль «общественное питание», входившую в ОКОНХ в состав «торговли и общественного питания» (ОКОНХ, коды 71310, 71320), а также подотрасли «жилищно-коммунального хозяйства», такие как «гостиничное хозяйство» и «эксплуатация общежитий учебных заведений» (ОКОНХ, коды 90220, 90120). Кроме того, сюда отнесены такие виды деятельности, как оздоровительные учреждения и учреждения отдыха, а также частично туризма (ОКОНХ, коды 91610, 91620), относимые ранее по ОКОНХ к здравоохранению, физической культуре и социальному обеспечению.

19. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг. Соответствует разделу K в ОКВЭД.

20. Финансовая деятельность. Соответствует разделу J в ОКВЭД.

21. Образование. Здравоохранение и предоставление социальных услуг. Объединяет два раздела ОКВЭД – M и N.

22. Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение. Соответствует разделу L в ОКВЭД. В предыдущей версии модели фактическое конечное потребление государства (расходы на услуги, оказываемые за счет бюджета предприятиями и организациями, которые удовлетворяют потребности не отдельных домохозяйств, а общества в целом или отдельных групп населения) выделялось в самостоятельный вектор, непосредственно не связанный с критерием оптимизации, а представимый как фиксированная переменная, зависящая от ВВП. Теперь выделяется вид деятельности, производящий данный вид услуг. К нему «пристегнуто» «государственное страхование» (ОКОНХ, код 96210) в части государственного медицинского страхования и «государственное пенсионное обеспечение» (ОКОНХ, код 96310) в части государственного (обязательного) пенсионного обеспечения.

23. Машиностроение общее (неспециализированное). Включает 3 подраздела машиностроительной продукции за исключением выделенного специализированного оборудования для ТЭК (ОКВЭД, подразделы DK, DL, DM).

24. Машиностроение для энергетических отраслей. Выделено из подразделов машиностроения DK и DL как специализированная отрасль, обслуживающая электроэнергетику и энергетическое хозяйство.

25. Машиностроение для топливных отраслей. Выделено из подразделов машиностроения DK и DL как специализированная отрасль, обслуживающая топливную промышленность.

26. Химическое производство. Включает перерабатывающие отрасли химического производства (ОКВЭД, раздел DG, класс 24).

27. Производство резиновых и пластмассовых изделий (ОКВЭД, подраздел DH, класс 25). В прежней версии модели продукции этой группы деятельности целиком включалась в отрасль «нефтехимия». В то же время последняя представлялась более широким перечнем подотраслей, часть из которых при переходе к ОКВЭД попала в «химическое производство».

28. Строительство (ОКВЭД, раздел F, код класса 45). Класс 45 соответствует, в основном, отрасли «строительство» по ОКОНХ (код 60000), за исключением группировок «организации, осуществляющие эксплуатационное бурение» (код 65000), входящие по ОКВЭД в класс 11 подраздела SA (добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этой области) и «проектные, проектно-изыскательские и изыскательские организации» (код 66000), входящие по ОКВЭД в раздел K (операции с недвижимым имуществом...) и класс 74 (предоставление прочих видов услуг).

29. Бурение. Охватывает эксплуатационное и разведочное бурение на нефть и газ. Соответственно извлекается из подраздела SA (добыча топливно-энергетических полезных ископаемых) и класса 11 (добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этой области), а также раздела K (операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг) и класса 74 (предоставление прочих видов услуг).

30. Железнодорожный транспорт. Включает пассажирский и грузовой железнодорожный транспорт. В ОКВЭД представлен как подкласс класса «деятельность сухопутного транспорта» (ОКВЭД, раздел I, подкласс 60.10). По сравнению с предшествующими версиями ОМММ-ТЭК, в которых выделялись только сопряженные с ТЭК отрасли трубопроводного транспорта, а остальные виды транспорта и связь входили в агрегат «транспорт общего пользования и связь», в настоящей осуществлено выделение железнодорожного транспорта в самостоятельную номенклатурную единицу модели.

31. Прочий транспорт общего пользования. Включает все виды грузового и пассажирского транспорта, кроме трубопроводного и железнодорожного. В ОКВЭД охватывает деятельность водного транспорта, деятельность воздушного транспорта и частично деятельность сухопутного транспорта (ОКВЭД, раздел I, классы 60–62). Кроме того, поскольку класс 63 (один из пяти классов, образующих в ОКВЭД раздел «услуги транспорта, складского хозяйства и связи») представляет бурно прогрессирующую

щую в последние годы деятельность туристических агентств, включавшуюся ранее в ОКОНХ в группировку «туризм» (код 91620), она помещена в модели в данный агрегат.

32. Нефтепроводный магистральный транспорт. Включает магистральный нефтепроводный транспорт, выделяется по ОКВЭД из класса 60.

33. Газопроводный магистральный транспорт. Включает магистральный газопроводный транспорт, выделяется по ОКВЭД из класса 60.

34. Связь. Является в ОКВЭД самостоятельным классом (ОКВЭД, раздел I, класс 64). По сравнению с предшествующими версиями ОМММ-ТЭК выделена в самостоятельную номенклатурную единицу модели.

35. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг. Объединяет два раздела ОКВЭД: предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг (раздел O) и предоставление услуг по ведению домашнего хозяйства (раздел P).

36. Сбор, очистка и распределение воды. Новый вид деятельности, не выделявшийся в прежней номенклатуре модели. Целиком соответствует классу 41 «сбор, очистка и распределение воды» в ОКВЭД, включает группировки ОКОНХ «коммунальное и бытовое водоснабжение» (код 90213) из отрасли «коммунальное хозяйство» и «полносистемные водопроводы» (код 19780) из отрасли «промышленность».

37. Производство, передача и распределение газа. Выделяется отдельно в номенклатуре модели как совокупность следующих видов деятельности из класса 40: 1) оказание услуг по распределению газообразного топлива по трубопроводам (распределительные сети газоснабжения); 2) топливо газообразное, получаемое из горючих газов различного типа (как природных, так и искусственных) путем их очистки, смешивания и других процессов; 3) газ горючий природный (пропанобутановая смесь) – топливо для двигателей внутреннего сгорания; 4) газ природный компримированный – топливо для двигателей внутреннего сгорания; 5) газ горючий природный – топливо для промышленного назначения; 6) газ горючий природный – топливо для энергетического назначения; 7) газ горючий природный – топливо для стационарных котельных и технологических установок; 8) газ горючий природный – топливо для коммунально-бытового потребления; 9) газ горючий природный – сырье для промышленного использования.

38. Добыча твердого топлива. Отрасль представлена в модели тремя технологиями, различающимися затратными характеристиками: добыча угля открытым способом, добыча угля в шахтах и производство прочего твердого топлива (торф, сланцы, дрова и т.д.).

39. Добыча жидкого топлива. В модели представляется двойственным образом, в продуктовом (натуральном) разрезе и в разрезе межотраслевого баланса. Технологические способы предполагают комплексный выпуск двух продуктов – нефти и попутного газа, в стоимостном балансе жидкого топлива участвует газовый конденсат.

40. Добыча газа. В модели представляется двойственным образом, в продуктовом (натуральном) разрезе и в разрезе межотраслевого баланса. Технологические способы предполагают комплексный выпуск двух продуктов – природного газа и газового конденсата, в стоимостном балансе естественного газа участвует попутный газ.

41. Переработка твердого топлива. В номенклатуре прежней версии модели отрасль, включавшая производство кокса и продуктов углехимии, изымалась из состава отрасли «черная металлургия» (ОКОНХ, коксохимическая промышленность, код 12160). При переходе к ОКВЭД кокс попал в один класс с продуктами нефтепереработки и производством ядерных материалов (ОКВЭД, подраздел DF, класс 23). Поэтому, учитывая то обстоятельство, что нефтепереработка уже представлена в энергетической части модели двумя отраслями (смотри далее), производство кокса (подкласс 23.1) также выделяется из последнего источника в самостоятельную отрасль, а производство ядерных материалов (подкласс 23.3) относится к отрасли модели «цветные металлы».

42. Производство темных нефтепродуктов. Темные нефтепродукты расходуются как на конечные цели (мазут, используемый в качестве топлива в энергетике, масла и т.д.), так и как промежуточный внутриотраслевой продукт для дальнейшей переработки и получения светлых нефтепродуктов. В модели темные нефтепродукты являются продуктами деятельности технологии по первичной переработке нефти.

43. Производство светлых нефтепродуктов. Светлые нефтепродукты преимущественно расходуются как моторное топливо. В модели являются продуктами деятельности технологий по первичной и углубленной переработке нефти.

В целом переработка углеводородного сырья представлена в модели тремя технологиями: 1) первичной переработкой нефти, результатом которой является производство светлых и темных нефтепродуктов т.е. технологическим способом, предполагающим комплексный выпуск двух продуктов; 2) углубленной переработкой, результатом которой является производство только светлых нефтепродуктов; 3) переработкой газового сырья, результатом которой является производство светлых нефтепродуктов.

44. Производство, передача и распределение электроэнергии. Выделяется из ОКВЭД (раздел E, подкласс 40.1 «производство, передача и распределение электроэнергии»), полностью совпадает с отраслью, существовавшей в старой номенклатуре модели. Блок генерации электроэнергии и тепла (в случае комплексного выпуска двух продуктов) включает следующие 9 обобщенных технологий: АЭС (АТЭЦ), ГЭС, нетрадиционные источники энергии, КЭС, ТЭЦ. Последние две обобщенные технологии детализируются по каждому из трех видов используемого котельно-печного топлива – углю, газу, мазуту.

45. Производство, передача и распределение пара и горячей воды. Данная отрасль модели лишь частично покрывается подклассом деятельности ОКВЭД 40.3 «производство, передача и распределение пара и горячей воды (тепловой энергии)», поскольку включает генерацию всей тепловой энергии (централизованной и децентрализованной), тогда как по ОКВЭД ведется учет только централизованного тепла. Блок генерации тепла включает следующие 11 обобщенных технологий: теплоутилизационные установки (ТУУ), электрочотлы, крупные котельные, мелкие котельные, автономные источники теплоснабжения (АИТ); последние три технологии детализируются по каждому из трех видов используемого котельно-печного топлива – углю, газу, мазуту.

Схема функционирования программно-модельного комплекса ОМММ-ТЭК. Рассматриваемая современная версия программно-модельного комплекса (ПМК) ОМММ-ТЭК¹ состоит из двух полудинамических (прогнозных) моделей и статической модели базового года (базовой модели). Каждая прогнозная модель описывает свой перспективный период (2008–2020 гг., 2021–2030 гг.) и может использоваться самостоятельно. Связь между базовой и прогнозными моделями осуществляется на основе принципов построения многопериодной (в данном случае двухпериодной) модели с прямой рекурсией, когда часть результатов расчетов базовой модели переносится в виде граничных и начальных условий в модель первого периода, а часть результатов решения модели первого периода переносится в виде граничных и начальных условий в модель второго периода [Суслов, Чернышов, 1992, с. 42, 50–51].

➤ *Особая роль базовой модели в условиях неполной информации.*

Базовая модель (2007 г.) выступает как прототип будущей прогнозной модели, поскольку отличается от нее по структуре функциональных блоков отсутствием только характеристик динамики. Назначение базовой модели – получить сбалансированное решение за последний (как правило, уже прошедший) отчетный год, предшествующий началу прогнозного периода, которое может быть верифицировано по данным текущей статистики, и задать систему стоимостных и натуральных измерителей, в которых будут представляться решения прогнозных моделей.

Необходимость построения базовой модели объясняется следующими дополнительными обстоятельствами. В основе построения исследовательских прогнозных моделей балансового типа, как правило, лежат отчетные МОБ (таблицы «затраты–выпуск»). В период 1990-х годов в национальной статистике наряду с положительными тенденциями, связанными с переходом к Системе национальных счетов, возник ряд негативных моментов. Основной из них – коммерциализация статистической информации о воспроизвод-

¹ Создателем программного сервиса ПМК ОМММ-ТЭК является А.Н. Сизов.

ственных процессах и как следствие – резкое сужение доступности ее исследователям. Так, впервые разработанный Росстатом (Госкомстатом России) в расширенной номенклатуре в Системе национальных счетов МОБ России за 1995 г. (227 наименований товаров и услуг) до сих пор остается неизвестным широкому кругу исследователей.

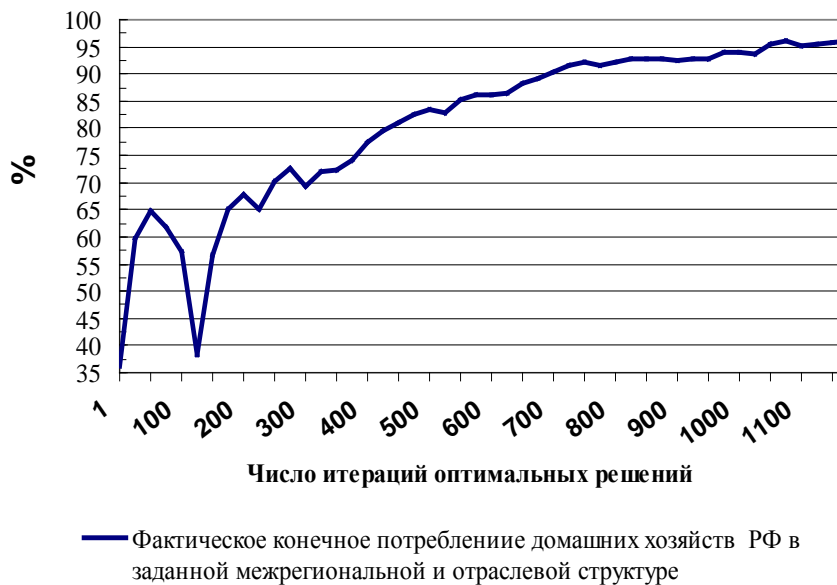
Начиная с 2000 г. на основе детализированного МОБ за 1995 г., стали регулярно выходить специальные издания Росстата «система таблиц “затраты-выпуск”» с итогами разработки межотраслевого баланса производства и распределения товаров и услуг в экономике России по краткой схеме (22–25 отраслей промышленности и народного хозяйства, в том числе 7–9 отраслей промышленности). Всего до перехода на ОКВЭД в системе ОКОНХ вышло девять таких систем балансов (1995–2003 гг.). В то же время, насколько нам известно, на протяжении 90-х годов прошлого и в первое десятилетие нового века под эгидой Росстата в научный оборот не было введено ни одного регионального баланса.

После перехода национальной статистике к ОКВЭД (2004–2005 гг.) вместо системы таблиц «затраты-выпуск» и самих межотраслевых балансов в «Национальных счетах России» стали публиковаться (не регулярно) два вида кратких таблиц «Таблица ресурсов товаров и услуг» и «Таблица использования товаров и услуг в ценах покупателей» в разрезе 15 разделов ОКВЭД. В них промышленность была представлена только тремя разделами [Национальные счета..., 2008, с. 188–195]. Наконец, в 2008 г. руководством Росстата было заявлено о том, что в 2009–2014 гг. будет осуществлен комплекс работ по построению базовых таблиц «затраты-выпуск» за 2011 г. [Соколин, 2008, с. 7], которые будут официально опубликованы в IV квартале 2015 г. [Методологические принципы..., 2009]. Пользователям будет представлено 188 видов деятельности, 338 групп товаров и услуг [Нашей экономике..., 2011, с. 22].

Таким образом, отсутствие отчетных достаточно детализированных МОБ (в разрезе страны и регионов) предопределяет предварительный этап построения прогнозной модели, а именно, на нем может быть осуществлено экспертное построение региональных МОБ отчетного года в форме отладочного процесса решений оптимизационной базовой модели с заданной степенью приближения. Действительно, если известны или достаточно точно оценены (в нашем случае в основных ценах) отраслевые объемы производства и конечного потребления в регионах, региональные ресурсные ограничения, а также межотраслевые потоки в масштабе страны, экспорт и импорт, то можно с помощью эвристических процедур итеративным путем построить в заданном приближении правдоподобные региональные матрицы межотраслевых потоков.

На рис 2.4 по горизонтальной оси отложены итерации приближения функционала (конечного потребления домашних хозяйств) базовой статической модели к фактическому значению 2007 г., по вертикальной оси отложе-

ны относительные уровни этого приближения. Итеративный процесс (последовательно получаемые оптимальные решения модели) разбивался на серии из 25 итераций, и на вертикальной оси помещалось лучшее значение функционала из серии. Таким образом, на графике показан сглаженный ряд значений функционала.



Примечание: отношения значений текущего решения к фактическому значению в отладочных расчетах базовой ОМММ-ТЭК, %

Рис. 2.4. Динамика приближения функционала решения модели к фактическому значению за 2007 г.

Непосредственно процедуры отладки заключаются в корректировке после каждого решения оптимизационной задачи (очередной итерации) матричных массивов региональной материалоемкости, структуры потребления домашних хозяйств, сальдо экспорта-импорта при заданных сверху ограничениях на объемы производства по отраслям и регионам на уровне фактических значений отчетного года. Поскольку отсутствуют единые информационные источники для формирования матриц материалоемкости и первоначально оцениваемые ее коэффициенты являются приближенными с разной степенью точности, то задание ограничений на объемы производства осуществляется отдельными порциями в зависимости от уровня оценок дефицитности продуктов. По мере роста числа итераций (и соответственно корректировок) растет число поставленных ограничений на объемы выпуска.

На конечных стадиях степень «отлаженности» модели проверяется, в частности, по близости оптимизируемых объемов производства к поставленным границам, а для тех переменных, на которые ограничения отсутствуют – к фактическим значениям при достижении приемлемого низкого и

равномерного уровня оценок дефицитности для всех продуктов. Как можно видеть на рис. 2.4, для того чтобы функционал приблизился к фактическому уровню настолько, чтобы составлять от него 96%, понадобилось пройти 1175 итераций (получить оптимальных решений). Построение на следующем этапе прогнозной модели на основе базовой позволяет иметь достаточно взаимно увязанную систему межрегиональных экзогенных и эндогенных показателей, определяющих динамику производства и распределения материально-вещественных потоков по отношению к отчетному году в отраслевом и региональном разрезе.

➤ *Общая схема функционирования ПМК ОМММ-ТЭК.* Общая схема функционирования ПМК ОМММ-ТЭК показана на рис. 2.5. Результаты решения каждой модели средствами разработанного программного обеспечения (на языке Visual Basic) представляются в табличном виде в среде Excel, а сами комплексы программ формирования оптимизационной задачи линейного программирования и обработки решения, собственно процедуры оптимизации¹ соответственно привязаны к каждой модели и являются автономными, т.е. независимыми от других моделей.

Подготовка условий задачи для работы оптимизационного пакета и обработка оптимального решения осуществляется по модульному принципу, в соответствии с которым отдельные результаты решения каждой модели группируются в смысловые блоки и представляются перед пользователем самостоятельными частями, последовательно, по завершению запуска каждого из модулей программ обработки. Исходным моментом является запуск модуля формирования задачи, предшествующего работе процедуры оптимизации. Таким образом, все модули условно можно разделить на модули обработки и модуль формирования задачи.

Модули обработки состоят из двух частей: а) из пользовательской части – это организованные в виде книги Excel (один модуль – одна книга) наборы выходных таблиц с результатами решения и формализованного анализа, снабженные системой меню, позволяющей осуществлять выбор режимов обработки решения модели, а также быстрый поиск и просмотр выходных таблиц; б) из сервисных программ, обрабатывающих текущее решение и осуществляющих расчет выходных таблиц и их представление для пользователя.

Модуль формирования задачи состоит: а) из пользовательской части – т.е. организованных в виде книги Excel сегментов исходных данных, соответствующие функциональным информационным массивам, из которых формируются условия оптимизационной задачи; б) из сервисных программ, организующих из сегментов исходных данных входной файл в MPS-формате для работы процедуры оптимизации.

¹ В связи с увеличением размерности моделей при адаптации информационной базы к ОКВЭД был осуществлен переход к использованию более производительного оптимизационного пакета LP-VC вместо LPSYST.

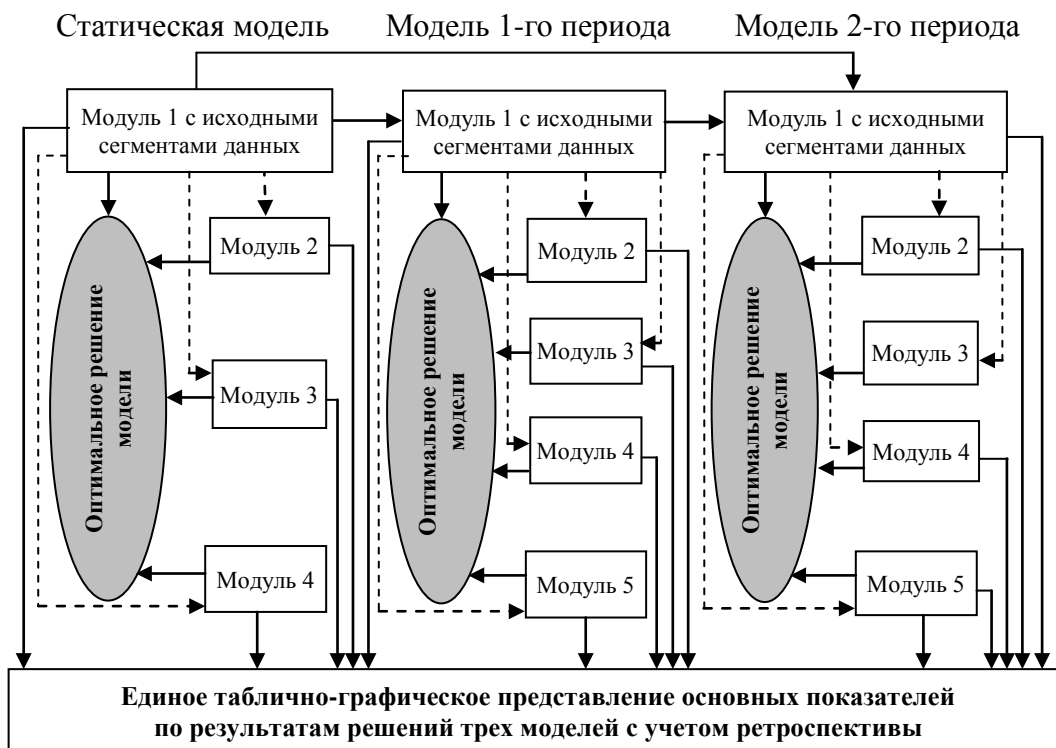


Рис. 2.5. Схема функционирования программно-модельного комплекса ОМММ-ТЭК

Охарактеризуем более детально функции каждого из модулей. Полный цикл работы прогнозной модели состоит из запусков пяти модулей (статической модели – из запусков четырех модулей) и включает следующие этапы и стадии расчетов (см. рис. 2.5).

Модуль 1: модуль формирования задачи линейного программирования. Информация для программ формирования задачи организована в виде диапазонов (матричных массивов) на листах книги Excel по принципу: один лист – один или два однородных сегмента данных, соответствующих определенному функциональному элементу в блочной структуре модели. Например, на листе «трудоемкость 1» помещено два сегмента трудоемкостей первых 22 неэнергетических отраслей, не сопряженных с ТЭК: трудоемкость «старых мощностей»¹, т.е. технологий, введенных в предшествующем

¹ В соответствии с методикой построения ОМММ для неэнергетических отраслей и для большинства отраслей ТЭК число технологических способов, представляющих отрасль, удваивается в результате разбиения производства на «старые» (действующие) мощности, т.е. введенные до начала данного прогнозного периода и продолжающие в нем действовать, которые не могут выпускать продукции больше некоторого уровня, достигнутого в предыдущем периоде, и «новые», т.е. введенные в течение данного прогнозного периода, которые обеспечивают прирост продукции [Гранберг, 1973, с. 72–74].

.....

периоде (который может быть и прогнозным, и базовым) и трудоемкость «новых мощностей» т.е. технологий, введенных в текущем прогнозном периоде. На листе «трудоемкость 2» помещено два аналогичных сегмента трудоемкостей следующих 15 неэнергетических отраслей, часть из которых – сопряженные с ТЭК отрасли.

Такая организация значительно облегчает проведение вариантных расчетов: вся входная информация «разложена по полочкам» (на сегменты данных) и может задаваться пользователем в виде формул, описывающих конкретный вариант расчета, с привлечением вспомогательной информации и различных параметров, которые рассчитываются здесь же или вызываются по системе ссылок из других сегментов данных. Всего таких сегментов данных в модуле 1 прогнозной модели около 50, а базовой – около 20. Связи, идущие от модулей 1 на рис 2.5, отмеченные пунктирными стрелками, означают, что как сами сегменты исходных данных, так и результаты работы программ модуля 1, преобразующих эти данные в формат MPS-потока, используются при формализации результатов решения оптимизационной задачи всеми другими модулями.

Перечислим основные начальные и граничные условия, которые образуют прямые связи между моделями и участвуют в формировании условий оптимизационной задачи последующих периодов. Они отражены на рис. 2.5 как связи между модулями 1. Будем различать абсолютные начальные условия, т.е. те сегменты данных, которые в неизменном виде присутствуют во всех модулях 1 и участвуют в формировании условий задач всех прогнозных периодов (сокращенно – абс.) и относительные начальные условия, т.е. те сегменты данных из модулей 1 предыдущих периодов, которые выступают в качестве протоматрицы для расчета сегментов данных последующих периодов (сокращенно – отн.). Так, например, массивы (диапазоны) трудоемкостей неэнергетических отраслей базовой модели выступают как протоматрицы для расчета с помощью корректирующих коэффициентов матриц трудоемкостей модели первого периода, которые, в свою очередь, являются протоматрицами для расчета матриц трудоемкостей модели второго периода.

К начальным условиям отнесены:

1) матрицы среднероссийской материалоемкости неэнергетических отраслей (удельные материальные затраты 45 отраслей и видов деятельности на 37 не топливно-энергетических отраслей за 2007 г.) (2 сегмента данных, абс.);

2) матрицы региональной дифференциации неэнергетических отраслей, которые «индивидуализируют» среднероссийские показатели материалоемкости с учетом технологической, отраслевой и природно-ресурсной специфики регионов (4 сегмента данных, отн.);

3) матрицы индексов изменений среднероссийской материалоемкости неэнергетических отраслей за время прогнозного периода (4 сегмента данных, отн.); в соответствии с используемой нами методикой построения

информационной базы ОМММ [Суслов, 1989, с. 31–37] результатом работы модуля 1, является, в частности, матрица региональной материалоемкости неэнергетических отраслей последнего прогнозного года, полученная как произведение трех перечисленных выше экзогенных параметров: средне-российской материалоемкости, коэффициентов региональной дифференциации и индексов изменений во времени. Коэффициенты матрицы индексов изменений отражают в обобщенном виде тенденции НТП и эффекты организационно-структурных мероприятий, проявляющиеся в изменении структуры промежуточных затрат на производство продукции данной отрасли;

4) матрицы региональной трудоемкости неэнергетических отраслей (удельные трудовые затраты 37 отраслей и видов деятельности) (4 сегмента данных, отн.);

5) матрицы региональной капиталоемкости неэнергетических отраслей (удельные капитальные затраты 37 отраслей и видов деятельности) (4 сегмента данных, отн.);

6) матрицы региональной материалоемкости, трудоемкости и капиталоемкости энергетических отраслей (удельные материальные, трудовые и капитальные затраты 45 отраслей и видов деятельности на производственные способы 8 топливно-энергетических отраслей) (1 сегмент данных, отн.);

7) оптимизируемые в модели первого прогнозного периода инвестиции последнего года, которые используются при оптимизации темпов инвестиций в модели второго периода в виде начальных инвестиций для расчета параметров линеаризации закона роста капитальных вложений [Гранберг, 1973, с. 107–116]. При оптимизации темпов инвестиций в модели первого периода в качестве начальных условий используются инвестиции модели базового года, которые являются не результатом оптимизации, а фиксируются как вычеты из оптимизируемых объемов производств фондосоздающих отраслей (1 сегмент данных, отн.).

К *граничным условиям* относятся оптимизируемые в моделях предыдущих периодов объемы производства неэнергетических отраслей и большинства отраслей ТЭК, которые с некоторой корректировкой используются в виде ограничений на «действующие» мощности модели последующего периода (2 сегмента данных, один – для отраслей ТЭК, другой – для остальных отраслей).

Развитие модульного принципа на протяжении продолжительного периода развития самой модели (здесь следует отметить такие этапы, как переход к Системе национальных счетов, адаптация к ОКВЭД и соответствующее увеличение отраслевой номенклатуры модели, разделение генерации тепла на централизованное и децентрализованное) означало и развитие самого комплексного подхода к анализу решений, которое выразилось в росте числа показателей, описывающих решение, и в их объединении (группи-

ровке) по содержательному признаку. Это становится ясным из характеристики модулей обработки, которые функционируют на настоящий момент времени в составе ПМК.

Модуль 2: модуль макроэкономических и отраслевых решений. Формализованная обработка общего решения задачи линейного программирования. В модуле рассчитываются как показатели динамики (темпы роста за период, среднегодовые темпы прироста), так и объемные и структурные показатели на последний год прогнозного периода¹. Модуль включает вывод в табличной форме макропоказателей в национальном и региональном разрезе (ВВП, ВРП, валовой общественный продукт, инвестиции в основной капитал, изменение запасов материальных оборотных средств, фактическое потребление домашних хозяйств, государственные расходы, сальдо экспорта и импорта, суммарный ввоз и вывоз из регионов, и т.д.), объемов и темпов роста производства 45 отраслей в стоимостном выражении, межотраслевых пропорций (региональной и отраслевой структуры производства), межрайонных связей (объемов перевозок), оценок дефицитности продуктов и ресурсов и пр.

Отрасли ТЭК представлены в модуле как в общей стоимостной структуре производства, соответствующей методике межотраслевого баланса, так и в виде натуральных показателей со стороны предложения и спроса (не детализированного по отраслям и секторам экономики), соответствующих методике топливно-энергетического баланса. К макроэкономическим показателям следует отнести рассчитываемую динамику энергоемкости ВВП или ВРП по первичным энергетическим ресурсами (ПЭР) и размер экономии ПЭР в последнем году прогнозного периода, а также саму величину ПЭР в абсолютном и подушевом измерении. К отраслевым решениям, детализирующим ТЭК, следует отнести расчет производства электрической и тепловой энергии в разрезе 20 обобщенных энергетических технологий. По дополнительному пользовательскому запросу рассчитывается валовая добавленная стоимость в разрезе отраслей и регионов. Всего пользователь имеет возможность работать с 33 таблицами прогнозной модели и с 25 – базовой модели.

Модуль 3: модуль натуральных, стоимостных и натурально-стоимостных показателей ТЭК. Включает расчет затрат 8 видов топливно-энергетических ресурсов (нефти с газовым конденсатом, природного и попутного газа, твердого топлива, продуктов переработки угля, темных и светлых нефтепродуктов, электрической и тепловой энергии) на производство 45 отраслей и видов деятельности (а также на потребление домашних хозяйств) в стоимостном и натуральном выражении. Здесь же осуществляется

¹ Следует иметь в виду, что все приводимые здесь и далее показатели во всех модулях обработки представляются как в региональном, так и национальном разрезе, поэтому упоминание о региональном разрезе будет опускаться за исключением тех случаев, где это важно подчеркнуть.

расчет сводных балансов, производных от натуральных балансов отдельных продуктов ТЭК, таких как балансы конечной энергии (тепловой и электрической) и котельно-печного топлива. В этом же модуле производится расчет натурально-стоимостных показателей, таких как энергоемкость, электроемкость, теплоемкость производства в разрезе 45 отраслей и видов деятельности. Помимо расчетов топливных и энергетических балансов в этом модуле осуществляется расчет отраслевых затрат трудовых ресурсов (занятых) в последнем году прогнозного периода, соответствующих полученному решению. Всего в нем насчитывается 77 выходных таблиц (для прогнозной и базовой модели).

Модуль 4: модуль стоимостных балансов неэнергетических отраслей. Включает расчет материальных затрат остальных (кроме отраслей ТЭК) 37 видов деятельности и отраслей на производство 45 отраслей (а также на потребление домашних хозяйств и другие элементы конечного использования) в стоимостном выражении. Всего в данном модуле насчитывается 112 выходных таблиц (для прогнозной и базовой модели);

Модуль 5: модуль балансов инвестиций. Включает расчет затрат инвестиций в основной капитал на 45 отраслей и видов деятельности за прогнозный период по 6 видам инвестиций (три вида оборудования, соответствующих трем отраслям машиностроения, – СМР, бурение и трубы для трубопроводного транспорта). Для инвестиций в целом (сумме всех видов инвестиций) в модуле рассчитывается отраслевая динамика (среднегодовые темпы прироста инвестиций в данную отрасль). В этом же модуле выводятся капиталоемкости 45 отраслей и видов деятельности, дифференцированных по регионам и «старым» и «новым» мощностям. Отдельными таблицами в модуле представлены капиталоемкости 20 энергетических технологий, выпускающих тепло и электроэнергию на «старых» и «новых» мощностях. Всего число выходных таблиц в модуле достигает 20 (только для прогнозной модели).

С учетом того, что количество выходных таблиц с результатами решения в каждом модуле составляет несколько десятков, а в отдельных модулях может превышать сотню, оперативная работа с модельным комплексом, в частности на стадии построения центрального варианта или при проведении сценарных расчетов, значительно замедляется. Действительно, чтобы получить полную информацию о решениях трех моделей (статической и двух прогнозных), нужно осуществить последовательный запуск 11 модулей обработки (3+4+4), а чтобы проанализировать сквозное решение по двум временным периодам, нужно обращение к сотням таблиц! Поэтому, как показано на рис. 2.5, модульное представление дополняется единым (т.е. полученным из всех модулей, но выборочным по числу показателей) таблично-графическим представлением результатов решения.

Развитие комплексного подхода при анализе решений программно-модельного комплекса ОМММ-ТЭК. Разработчики ОМММ-ТЭК уже при построении первых версий модели (в 80-х годах прошлого века), отталкиваясь как от ее общих родовых свойств, унаследованных от канонической ОМММ, так и от новых характеристик специализированной модели, углубленно описывающих ТЭК, поставили задачу выработки приемов комплексного анализа решений модели путем совмещения нескольких подходов: макроэкономического и межрегионального, принципов стоимостного межотраслевого и натурального топливно-энергетического балансов. Переход от применения отдельной модели, охватывающей один прогнозный период, к комплексу пошаговых однородных моделей, когда используется принцип построения многопериодной модели с прямой рекурсией, значительно расширяет общий прогнозный горизонт и требует развития приемов комплексного анализа.

➤ *Развитие методики работы с модельным комплексом.* Основная идея совмещения различных подходов, на реализацию которой были направлены значительные трудовые усилия в последние годы, состоит в превращении программно-модельного комплекса ОМММ-ТЭК (ПМК) в информационно-программно-модельный комплекс (ИПМК). Эта цель достигается созданием и постоянным пополнением в рамках ИПМК банков данных, ориентированных на детализацию отдельных направлений комплексного анализа. Специфика банков данных заключается в том, что они состоят из динамических рядов, описывающих одновременно как ретроспективную динамику, так и прогнозную динамику (основных показателей модели), получаемую на данный момент по результатам оптимальных решений. Банки данных создаются в среде Excel, т.е. в той же среде, где осуществляется основная часть работы пользователя с модельным комплексом, а именно – работа с данными при подготовке условий для оптимизационных задач линейного программирования и анализ полученных таблиц с результатами решений.

Рассмотрим это направление более детально.

Формирование центрального варианта сквозного решения ПМК ОМММ-ТЭК (равно как и сквозных сценариев) является согласованной совокупностью решений трех моделей и осуществляется на основе задаваемой системы гипотез относительно поведения экзогенных и эндогенных показателей, которыми описывается функционирование каждой из прогнозных моделей. В соответствии со структурой моделей они задаются или аргументами как экзогенные параметры (например экспорт и импорт отраслей и отдельных продуктов) или получаются в результате оптимизации в процессе отладочных расчетов (объемы отраслевого и продуктового производства, потребления домашних хозяйств, межрегиональных и внутренних перевозок, инвестиций и т.д.).

В методическом плане решение каждой прогнозной ОМММ-ТЭК можно представить как систему относительно гладких траекторий показателей модели, поскольку конечный результат оптимизации всегда можно выразить через среднегодовые темпы роста, рассчитываемые на основе объемных показателей статической и прогнозной моделей в случае первого периода (2007 г., 2008–2020 гг.), или соответствующих показателей моделей первого и второго периода. В последнем случае в качестве базы для расчета темпов выступают показатели решения модели первого периода.

Продолжительная (многолетняя) эксплуатация модельного комплекса приводит к возникновению специфики первого периода, которая состоит в том, что часть его по мере удаления во времени от отчетного года, т.е. последнего года, предшествующего прогнозному периоду, становится фактом, превращается в ретроспективу и, следовательно, гладкие траектории (экономического роста, развития отраслей, динамики производства и потребления топливно-энергетических ресурсов), полученные в результате решения, начинают охватывать как ретроспективный, так и прогнозный подпериоды первого периода. Таким образом, возникает противоречие (отклонение) между гладкостью траекторий решения, получаемых из заданных первоначальных гипотез, охватывающих весь период, и фактической динамикой части первого периода. Так, прослеживая функционировавшие ранее версии двухпериодных и однопериодных ОМММ-ТЭК в исторической ретроспективе, можно назвать следующие временные периоды и соответствующие им базовые точки (годы), выбранные для начала прогнозных периодов [Суслов, Чернышов, 1992, с. 51; Суслов и др., 2007, с.110–112]: 1986–2000 гг., 2001–2010 гг. (1985 г.); 1991–2005 гг. (1990 г.); 1999–2010 гг., 2011–2020 гг. (1998 г.); 2008–2020 гг., 2021–2030 гг. (2007 г.). Как видно, за 27 лет эксплуатации модели (без учета значительного перерыва в 1990-е годы) было всего 4 базовые точки.

Для разрешения этого противоречия предлагаются следующие подходы информационно-методического характера, позволяющие рассматривать ПМК как ИПМК:

1. Сквозной прогнозный горизонт обеих моделей достраивается ретроспективным периодом за пределами отчетного года. В частности, поскольку в действующем комплексе ОМММ-ТЭК отчетным годом является 2007 г., то ретроспективный период охватывает весь период новейшей истории России (1991–2007 гг.).

2. По каждому из отслеживаемых показателей ретроспектива «доотчетного периода» соединяется с фактической частью первого прогнозного периода в единый ретроспективный период. По мере увеличения ретроспективного периода появляется возможность использования статистических методов для выявления сложившихся тенденций и сравнения их с принятыми гипотезами относительно прогнозных траекторий.

3. Во всем временном пространстве, включающем ретроспективу и перспективу, вводится единое табличное и графическое представление отслеживаемого показателя через траекторию относительной динамики с точкой отсчета в 2007 г. принятой за единицу (индексный ряд). Таким образом, сквозные решения ПМК встраиваются в общую траекторию, включающую ретроспективные тенденции, действовавшие как до начала прогнозного горизонта ПМК, так и в течение ряда лет первого прогнозного периода.

4. В процессе отладочных расчетов корректируются гипотезы первого периода, т.е. устанавливаются факторы, не учитывавшиеся ранее, которые вызывают отклонения фактических траекторий от решения модели. Осуществляется поиск такого «усредненного» решения оптимизационной задачи первого периода, которое исходя из принимаемых новых представлений наилучшим образом объединяет два подпериода – ретроспективный и прогнозный. Выбор усредненного решения не означает обязательное получение наиболее гладкой траектории отслеживаемого показателя, он предполагает соединение ее нормативного характера с возможностью смены тенденции не в начале, а в какой-то внутренней точке первого периода.

5. В процессе отладочных расчетов корректируются гипотезы второго периода с учетом изменившегося решения первого периода.

➤ *Банки данных и их назначение.* С учетом применяемого при функционировании ПМК ОММ-ТЭК модульного принципа, описанного выше, банки данных в структуре ИПМК выполняют еще одну функцию, позволяющую повысить оперативность комплексного анализа, что особенно важно при проведении отладочных расчетов. Раздельное модульно-табличное представление результатов решений дополняется единым, (т.е. полученным из всех модулей, но выборочным по числу показателей) порядно-графическим представлением (см. рис. 2.5). Термин «порядно» означает, что отдельный показатель решения (эндогенная или экзогенная переменная модели) хранится в банке данных (в абсолютном выражении как натуральный и/или стоимостной объемный показатель и/или в индексной форме) в виде динамического годового ряда в общем массиве динамических рядов других переменных. Графическое представление на основе динамических рядов позволяет сразу визуально охватить оба прогнозных периода и увидеть точки рассогласования между траекториями ключевых макроэкономических, отраслевых и региональных показателей решений прогнозных моделей. Кроме того, графическое представление позволяет увидеть эти траектории как продолжение ретроспективной динамики до-прогнозного периода.

Заметим, что хотя начало ретроспективного периода отнесено к 1991 г. (году провозглашения РФ и прекращению существования СССР), формирование динамических рядов показателей модели в их ретроспективной части является непрерывным процессом, поскольку при многолет-

ней эксплуатации ИПМК по мере того, как часть первого прогнозного периода (2008–2020 гг.) становится фактом, ретроспективный период в целом все время удлиняется. Следует также подчеркнуть, что в условиях неполной информации формирование ретроспективной части динамических рядов показателей решений модели несет в значительной степени груз экспертных оценок. Довольно часто ретроспективная часть динамического ряда какого-либо показателя решения является комбинированной оценкой, полученной из нескольких источников, которые в виде «обрывочных» (т.е. неполных) динамических рядов помещаются в соответствующем банке данных ИПМК в окружении данного показателя.

Например, официальная статистика объема работ, выполненных по виду деятельности «строительство» (ОКВЭД) в РФ, показывает динамику его физических объемов (в сопоставимых ценах) с 2000 г. Официальные данные по региональной статистике субъектов Федерации (в частности издание Росстата «Регионы России») показывают эту динамику только с 2005 г. С другой стороны, Росстатом с 1990 до 2004 года приводится динамика объема работ, выполненных по договорам строительного подряда (для РФ). Комбинированный динамический ряд для отраслевой номенклатурной единицы модели «строительство» в своей ретроспективной части составляется из этих «неполных» динамических рядов, охватывающих вместе весь ретроспективный период.

На настоящий момент в состав ИПМК входит 5 банков данных (один банк – одна книга Excel). Четыре из них содержат порядно-графическое представление показателей решения моделей, т.е. выполняют собственно информационные и аналитические функции ИПМК. Пятый банк данных, сохраняя преимущественно табличное представление, используется непосредственно для повышения оперативности расчетов. Он сводит показатели из модулей макроэкономических и отраслевых решений моделей разных периодов в единые табличные формы общего решения, выполняя функцию объединения модулей. Как отмечалось выше, все банки данных с порядно-графическим представлением показателей решений включают три вида динамических рядов: объемные (динамические ряды натуральных и стоимостных показателей) индексные и структурные. Последний вид является производным динамическим соотношением объемных показателей.

Перечислим эти банки данных, сопроводив отдельными замечаниями.

❖ *Банк макроэкономических показателей.* Включает динамические ряды макроэкономических показателей модели и расчетных производных от них показателей в разрезе страны и регионов: ВВП (ВРП), инвестиции в основной капитал, потребление домашних хозяйств, государственные расходы, потребление первичных энергетических ресурсов, производительность общественного труда, материалоемкость совокупного общественного продукта, энергоемкость ВВП (ВРП), норма накопления основного капитала и т.д.

❖ *Банк отраслевых показателей.* Включает группировки динамических рядов, дающих как индивидуальные, так и обобщенные характеристики отраслей и производственных секторов экономики в национальном разрезе. В графическом представлении, т.е. на отдельном графике отраслевые траектории группируются в соответствии с задачами оперативного анализа. При этом часто используется вторая ось ординат для отображения структурных динамических рядов (изменения доли одного показателя в отношении другого). Так, на одном графике любая отрасль промышленности описывается следующей стандартной системой траекторий и обобщающих показателей: 1) инвестиции в основной капитал отрасли; 2) инвестиции в основной капитал промышленности; 3) производство отрасли; 4) промышленное производство; 5) импорт продукции отрасли; 6) экспорт продукции отрасли; 7) доля экспорта в выпуске продукции отрасли; 8) доля импорта в потреблении продукции отрасли; 9) эластичность выпуска продукции отрасли по инвестициям в основной капитал.

❖ *Банк показателей ТЭК.* Представляет 8 отраслей ТЭК модели в натуральном и стоимостном выражении. Кроме продуктовых характеристик отраслей ТЭК (см. выше графическое описание отрасли) банк данных включает динамические ряды потребления конечных видов энергии по отраслям и секторам экономики, а также ряды, характеризующие траектории 20 обобщенных технологий производства электро- и тепловой энергии (см. выше). К этим характеристикам примыкают графики относительной динамики удельных затрат топлива на выработку энергии по типам генерирующих мощностей. В этом банке данных выводятся такие обобщающие структурные показатели, как доля инвестиций в ТЭК в общем объеме инвестиций, доля централизованного теплоснабжения в общем отпуске тепла и т.д.

❖ *Банк региональных показателей.* На настоящий момент находится в стадии интенсивного расширения. На основе региональных динамических рядов выпусков отраслей и видов деятельности формируются графики двух видов: 1) график динамики данного сектора экономики (промышленность, сельское хозяйство, строительство, рыболовство и т.д.) в шести регионах модели; 2) график динамики секторов экономики и промышленности (добывающая промышленность, обрабатывающая промышленность, энергетика, сельское хозяйство, строительство, торговля, железнодорожный транспорт, прочий транспорт общего пользования) в данном регионе.

2.5. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОМММ-ТЭК: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОМПРЕССИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Рядом институтов СО РАН физического, химического и экономического профиля в совместном интеграционном проекте проводились исследования по развитию и оценке эффективности энергосберегающей технологии тепловых насосов (ТН)¹. В рамках экономического направления этих исследований была предпринята попытка оценить с народнохозяйственных позиций эффективность распространения ТН компрессионного типа в ряде макрорегионов России с помощью инструментария ОМММ-ТЭК.

ТН – это устройство, которое служит для преобразования теплового потока, полученного от источника тепловой энергии (природного или техногенного характера), имеющего низкую температуру, в высокотемпературный поток. Компрессионные тепловые насосы приводятся в действие с помощью электроэнергии (механической энергии). Переданное потребителю тепло может в несколько раз превосходить энергию источника, т.е. иметь коэффициент преобразования (трансформации) энергии в диапазоне от 3 до 7 раз. Масштабное распространение ТН, с одной стороны, сокращает использование традиционных технологий выработки тепла и, соответственно органического топлива для его выработки, а с другой – требует дополнительных затрат электроэнергии.

Согласно прогнозам специалистов из международной Энергетической комиссии к 2020 г. в экономически развитых странах доля тепловых насосов в теплоснабжении достигнет 70% [Воронов, Комаров, 2004, с. 89]. Поскольку в России в настоящее время идет период начального освоения этой технологии, мы исходим из более скромных цифр.

Сценарные расчеты проводились по отношению к базовому варианту ОМММ-ТЭК, который представляет собой некоторую модификацию центрального варианта одной из версий ОМММ-ТЭК, описанной в предыдущем параграфе, с горизонтом прогноза 1999–2010 гг. Модификация заключалась в том, что для более полной оценки межсистемных эффектов (электро- и топливообеспечения), получаемых в связи с распространением новой технологии, было сделано допущение о неизменной эффективности традиционных генерирующих мощностей тепла и электроэнергии в прогнозном периоде. В частности удельные затраты топлива на электростанциях и котельных были взяты на уровне базового года (1998 г.), предшествующего прогнозному периоду.

¹ См.: Отчет по междисциплинарному интеграционному проекту СО РАН № 133 «Развитие теоретических основ тепловых насосов: физика, экономика и экология» за 2003–2005 гг. Координатор проекта – академик В.Е. Накоряков. – Новосибирск, 2005.

При проведении прогнозных расчетов в качестве условий используются следующие установки: 1) при государственной поддержке федеральных и региональных властей тепловые насосы распространяются в масштабе, удовлетворяющем 10% потребности тепла в регионе; 2) в данных расчетах предполагается нейтральность таких факторов, как ядерная и гидроэнергетика, а также уровня развития нетрадиционной энергетики. Это означает, что производственные программы наращивания гидро- и атомной энергетики не меняются при распространении новой технологии; 3) предполагается ограниченность уровней добычи нефти и газа в крупнейших функционирующих в настоящее время топливных базах страны в пределах целевых ориентиров Энергетической стратегии России на 2010 г. По отношению к Тюменской области, в частности, это условие означает, что дополнительные потребности в электроэнергии при использовании новых электроемких технологий не могут быть удовлетворены за счет прироста добычи газа в регионе, направляемого в энергетику, а могут являться результатом как маневрирования мощностей газовой и угольной энергетики, так и приростов добычи газа в других регионах.

С учетом указанных условий в производственный блок региона модели вводился новый производственный способ, описывающий технологию производства тепла на тепловых насосах, и определялась реакция народного хозяйства на его функционирование с заданной интенсивностью. При этом делалось допущение, что средняя капиталоемкость, материалоемкость и трудоемкость выработки тепла на тепловых насосах не превышает капиталоемкость новых котельных на твердом и жидком топливе. Задача сценарных расчетов – по совокупности меняющихся по отношению к базовому варианту решения модели показателей определить отрицательность или положительность народнохозяйственного эффекта, возникающего при масштабном использовании новой технологии в данном регионе.

Всего было осуществлено 4 серии расчетов с разными уровнями коэффициентов трансформации энергии тепловых насосов (далее – коэффициентов трансформации) – от 3 до 6. В каждую серию расчетов входят 6 вариантов, обозначенные порядковыми номерами от 1 до 6 (табл. 2.1). В первом варианте представлена реакция на выработку с использованием новой технологии 10% от общей потребности в тепле в масштабе всей страны (реализация национального сценария). В каждом из последующих 5 вариантов (реализации региональных сценариев) рассматривается реакция народного хозяйства России на распространение новой технологии только в данном макрорегионе, возникающая по цепочкам межотраслевых и межрегиональных материально-вещественных связей. Таким образом, каждый региональный сценарий состоит из 4 вариантов (по числу коэффициентов трансформации).

Полученная в результате оптимизации по каждому варианту система показателей сравнивается с соответствующими показателями базового варианта, который не включает производство тепла тепловыми насосами. Прирост ВВП и объема потребления населения (потребления домашних хозяйств) при условии поддержания достаточного инвестиционного задела характеризует рассматриваемый вариант как эффективный, снижение указанных показателей свидетельствуют о его неэффективности. Народнохозяйственный подход при оценке эффективности новой технологии заключается, в частности, в том, что полученные приросты ВВП и потребления домашних хозяйств суммируются в каждом варианте по всем регионам, тогда как внедрение новой технологии осуществляется, как указывалось ранее, в каком-то одном макрорегионе (за исключением вариантов национального сценария 1.1–4.1)¹.

В большинстве региональных сценариев при заданных коэффициентах трансформации положительные или отрицательные приросты ВВП соответствуют положительным или отрицательным приростам потребления домашних хозяйств. Но возможны ситуации, когда ВВП растет в силу роста его инвестиционной составляющей и других элементов (капитального ремонта, накопления оборотных фондов, государственных расходов и т.д.), а потребление падает. Так, в частности происходит в случае Тюменской области при коэффициенте трансформации 3. Для таких случаев необходимо определить приоритетность критериев эффективности.

В расчетах для каждого варианта применены 2 критерия: 1) отношение прироста ВВП (в масштабе страны) к затратам электроэнергии на тепловых насосах в данном регионе; 2) отношение прироста потребления домашних хозяйств в масштабе страны к затратам электроэнергии на тепловых насосах в данном регионе. Приоритетность отдается нами последнему критерию. Это означает, что вариант 1.6 (см. табл. 2.1), в котором при производстве 10% тепла от необходимой потребности в Тюменской области на тепловых насосах со средним коэффициентом трансформации 3 прирост ВВП на единицу затраченной электроэнергии положителен, а прирост потребления домашних хозяйств отрицателен, следует рассматривать как относительно неэффективный. Ясно, что в случае национальных сценариев общая положительная или отрицательная эффективность является результатом совмещения условий всех региональных сценариев.

Для интерпретации полученных результатов необходимо принять во внимание следующий факт: для обеспечения работы тепловых насосов требуется электроэнергия – существенно более качественный и дорогой энергоноситель по сравнению с генерируемым теплом. Таким образом,

¹ Будем обозначать эти варианты 1.2, 1.3 и т.д., где первая цифра указывает номер серии (т.е. номер коэффициента трансформации), а вторая – номер варианта в данной серии (т.е. номер региона, где распространяется новая технология), – см. табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Отклонения от базового варианта по РФ при производстве 10% тепловой энергии от потребности региона (страны)
на тепловых насосах (ТН), в ценах 2004 г.**

Показатель	1. Россия		2. Европейская Россия		3. Зап. Сибирь без Тюменской области		4. Восточная Сибирь		5. Дальний Восток		6. Тюменская область	
	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%
1. Коэффициент трансформации 3												
ВВП, млн руб.	-20328	-0,10	-22678	-0,11	4492	0,02	1609	0,01	-3411	-0,02	414	0,002
Потребление домашних хозяйств, млн руб.	-28613	-0,27	-27288	-0,26	3342	0,03	1085	0,01	-4212	-0,04	-317	-0,003
Инвестиции за период, млн руб.	37017	0,10	18098	0,05	6307	0,02	3665	0,01	4356	0,01	2731	0,01
Потребление первичных энергетических ресурсов, млн туг	-1	-0,08	2	0,21	-2,8	-0,25	-2,8	-0,25	0,9	0,08	-0,23	-0,02
Потребление электроэнергии в экономике, млрд кВт·ч	80	7,0	61	5,3	5,6	0,49	6,0	0,52	4,4	0,39	2,7	0,24
Энергоемкость ВВП (в последнем году периода), %		0,02		0,32		-0,27		-0,26		0,10		-0,02
Прирост ВВП на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	-273		-406		761		271		-834		156	
Прирост потребления домашних хозяйств на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	-385		-489		566		183		-1030		-119	
2. Коэффициент трансформации 4												
ВВП, млн руб.	-504	-0,002	-5696	-0,03	4770	0,02	1883	0,01	-2046	-0,01	898	0,004
Потребление домашних хозяйств, млн руб.	-6945	-0,07	-9492	-0,09	3763	0,04	1512	0,01	-2721	-0,03	247	0,002
Инвестиции за период, млн руб.	31582	0,08	17398	0,04	5461	0,01	2806	0,01	3647	0,01	2488	0,01
Потребление первичных энергетических ресурсов, млн туг	-8	-0,73	-3	-0,26	-2,8	-0,25	-2,8	-0,25	0,40	0,04	-0,43	-0,04
Потребление электроэнергии в экономике, млрд кВт·ч	59	5,2	45	4,0	4,1	0,36	4,4	0,39	3,2	0,28	2,0	0,17
Энергоемкость ВВП (в последнем году периода), %		-0,72		-0,23		-0,27		-0,26		0,05		-0,04
Прирост ВВП на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	-9		-136		1079		424		-668		450	
Прирост потребления домашних хозяйств на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	-125		-227		851		340		-888		124	

Окончание табл. 2.1

Показатель	1. Россия		2. Европейская Россия		3. Зап. Сибирь без Тюменской области		4. Восточная Сибирь		5. Дальний Восток		6. Тюменская область	
	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%	абсол.	%
3. Коэффициент трансформации 5												
ВВП, млн руб.	12732	0,06	4292	0,02	4934	0,02	2049	0,01	-1229	-0,01	1186	0,01
Потребление домашних хозяйств, млн руб.	5725	0,05	1101	0,01	4015	0,04	1765	0,02	-1829	-0,02	586	0,01
Инвестиции за период, млн руб.	34900	0,09	16572	0,04	4959	0,01	2304	0,01	3231	0,01	2344	0,01
Потребление первичных энергетических ресурсов, млн туг	-12	-1,07	-6	-0,54	-2,8	-0,25	-2,8	-0,25	0,1	0,01	-0,54	-0,05
Потребление электроэнергии в экономике, млрд кВт·ч	47	4,1	36	3,1	3,1	0,27	3,5	0,30	3	0,22	1,5	0,14
Энергоемкость ВВП (в последнем году периода), %		-1,13		-0,56		-0,27		-0,26		0,01		-0,05
Прирост ВВП на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	286		128		1395		576		-501		743	
Прирост потребления домашних хозяйств на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	128		33		1136		496		-746		367	
4. Коэффициент трансформации 6												
ВВП, млн руб.	21393	0,10	11117	0,05	5044	0,02	2160	0,01	-688	0,00	1375	0,01
Потребление домашних хозяйств, млн руб.	13809	0,13	8091	0,08	4185	0,04	1934	0,02	-1238	-0,01	811	0,01
Инвестиции за период, млн руб.	37838	0,10	16910	0,04	4620	0,01	1962	0,01	2951	0,01	2246	0,01
Потребление первичных энергетических ресурсов, млн туг	-14	-1,28	-8	-0,72	-2,8	-0,25	-2,8	-0,25	-0,1	-0,01	-0,6	-0,06
Потребление электроэнергии в экономике, млрд кВт·ч	39	3,41	30	2,6	2,5	0,22	2,8	0,25	2	0,18	1,2	0,11
Энергоемкость ВВП (в последнем году периода), %		-1,38		-0,77		-0,27		-0,26		-0,01		-0,06
Прирост ВВП на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	575		398		1710		728		-336		1033	
Прирост потребления домашних хозяйств на единицу затрат электроэнергии на ТН, руб./1000 кВт·ч	371		290		1418		652		-605		609	

распространение тепловых насосов в существенных масштабах, с одной стороны, уменьшает потребность страны в топливе для котельных и индивидуальных тепловых установок, а с другой, – увеличивает потребность в электроэнергии, и, следовательно, требует введение дополнительных мощностей по ее генерации и дополнительных затрат топлива, доставляемого преимущественно из восточных районов страны.

Из-за возможных ограничений использования высококачественного топлива (газа) в энергетике и приоритетности его использования для не-энергетических целей и в домашних хозяйствах имеет смысл в качестве показателя эффективности рассматривать экономию топлива не собственно в энергетике, а в народном хозяйстве в целом. Следует исходить из того, что экономия в любой отрасли экономики энергоносителя любого вида, вызванная непосредственным внедрением прогрессивных технологий, в конечном счете должна приводить к сбережению невозобновляемых первичных энергетических ресурсов. Поэтому в качестве показателя в табл. 2.1 наряду с электроэнергией фигурирует экономия (прирост) потребления первичных энергетических ресурсов, получаемая в масштабе страны.

Из анализа табл. 2.1, построенной по результатам расчетов, можно сделать следующие выводы:

- Очевидной является благоприятная народнохозяйственная реакция на распространение новой технологии в заданных масштабах в Сибири, и особенно на территории Сибирского федерального округа, где при всех коэффициентах трансформации возрастают как фонд потребления домашних хозяйств, так и ВРП.
- Из восточных регионов отрицательными показателями эффективности по обоим критериям при всех коэффициентах трансформации характеризуется Дальний Восток, где ожидается наиболее напряженный баланс электроэнергии.
- Показатели эффективности по обоим критериям для Европейской России являются отрицательными при коэффициенте трансформации 3 и 4 и положительными – при 5 и 6.
- В национальном сценарии повторяются тенденции сценария Европейской России: показатели эффективности по обоим критериям являются отрицательными при коэффициенте трансформации 3 и 4 и положительными – при 5 и 6. В то же время влияние сибирских регионов смягчает общий отрицательный эффект и увеличивает общий положительный эффект.

2.6. СИСТЕМА БАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ НА ПЕРСПЕКТИВУ

Назначение и структура Системы балансовых расчетов на перспективу (СИБАРП). Важным элементом системы СОНАР-ТЭК является ее региональная ветвь – комплекс средств моделирования СИБАРП – «СИстема БАлансовых РАСчетов на Перспективу», используемый для анализа и прогнозирования экономического развития в отдельном регионе [Суслов, 2006, 2008, 2010]. Сама структура СИБАРП универсальна в методическом плане, но варьируется в своем информационном наполнении в зависимости от моделируемого и анализируемого региона. В настоящее время в наиболее полном объеме подход реализован для Новосибирской области, в каких-то отдельных фрагментах – для других регионов Сибирского федерального округа, а также территории округа в целом. Комплекс основан на построении укрупненных балансов производства и распределения продукции в регионе (межотраслевых балансов – МОБ региона), но включает и другие модельные средства: макромоделли, упрощенные конструкции для отдельных секторов экономики, а также может работать во взаимодействии с детальными моделями ТЭК и эконометрическими моделями.

Базовая структура комплекса СИБАРП (рис 2.6) изначально включала:

- 1) блок опорных межотраслевых балансов, относящихся к ретроспективе;
- 2) блок макроэкономического прогноза;
- 3) блок микроэкономических прогнозов;
- 4) блок построения перспективных МОБ региона;
- 5) блок межотраслевой модели региона.

Данная система позволяет осуществлять комплексные прогнозные расчеты по развитию региональной экономики при заданных внешних гипотезах о развитии мировой экономической системы и страны в целом, а следовательно, спросе на продукцию и услуги отраслей специализации региона и возможностях ресурсного обеспечения предстоящего роста.

Первый блок модельного комплекса реализует составление базовых межотраслевых балансов региона (в настоящее время для Новосибирской области – для 2005 г. и 2010 г.) с использованием всей доступной статистической информации, предоставляемой статистическими органами. При этом составление ретроспективных МОБ предполагает поддержку имеющихся отчетных балансов за более ранние периоды времени или их фрагментов. Так, для Новосибирской области фрагменты для составления I квадранта имеются для периода середины 90-х годов предыдущего столетия.

Второй блок предполагает осуществление макроэкономического прогноза с использованием регрессионных моделей и/или экспертных оценок. В результате строятся прогнозные показатели ВРП и его элементов: потребление домашних хозяйств, государства, накопление основного капитала (инвестиции), накопление материальных оборотных средств, чистый вывоз (сальдо вывоза и ввоза).



Рис. 2.6. Базовая версия СИБАРП, используемая для Новосибирской области

Третий блок – реализация микроэкономических прогнозов выпуска отраслей хозяйства области и отраслей промышленности с использованием регрессионных моделей и при учете осуществления на перспективу конкретных проектов в отраслях. Результат – объемы выпуска и объемы добавленной стоимости по рассматриваемым позициям. При этом учитывается специфика соответствующих секторов.

Результаты расчетов по первым трем блокам поступают в четвертый блок комплекса, где строятся перспективные межотраслевые балансы НСО по пятилетиям. При этом используются формализованные процедуры балансировки матриц показателей, получившие название «RAS-методов». Их особенность состоит в том, что они позволяют на основе базовых МОБ и заданных общих объемах выпуска, конечной продукции и добавленной стоимости по отраслям получить межотраслевые потоки продукции (или коэффициенты технологической матрицы) как эндогенные показатели.

Полученная информация перспективных МОБ НСО затем поступает в пятый блок, где соответствующим образом корректируется технологическая матрица межотраслевой модели НСО, а также экзогенно задаваемая часть конечного продукта. Применение данной модели позволяет уточнить прогноз показателей по ввозу и вывозу продукции, финансовым показателям, а также провести оценку воздействия тарифной политики на уровне выпуска.

Далее информация об изменении удельных затрат энергоресурсов на выпуск продукции по отраслям поступает в Блок анализа и прогнозирования топливно-энергетического баланса НСО для расчета прогноза ТЭБ НСО. Здесь также рассчитываются показатели выпусков по отраслям ТЭК области в стоимостной оценке. Эти показатели могут поступать обратно в Блок прогноза социально-экономического развития НСО (СИБАРП), конкретно – в третий блок, для корректировки соответствующих микроэкономических прогнозов. Далее система расчетов может быть повторена до приемлемого согласования между двумя блоками общей системы.

Балансировка матрицы межотраслевых потоков. Особенность построения перспективных балансов – использование в качестве экзогенных переменных объемов выпуска, добавленной стоимости и конечной продукции по выделяемым секторам. В этом случае в процессе итеративной балансировки в качестве эндогенных переменных выступают потоки продукции между отраслями, что реализуется в рамках известного «RAS-метода». Процедура балансировки, называемая «RAS-метод», осуществляется следующим образом. Решается система линейных уравнений:

$$\begin{pmatrix} r_1, \dots, 0 \\ \vdots \\ 0, \dots, r_n \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_{11}^0, \dots, x_{1n}^0 \\ \vdots \\ x_{n1}^0, \dots, x_{nn}^0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i_1 \\ \vdots \\ i_n \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} r_1, \dots, r_n \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_{11}^0, \dots, x_{1n}^0 \\ \vdots \\ x_{n1}^0, \dots, x_{nn}^0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} s_1, \dots, 0 \\ \vdots \\ 0, \dots, s_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_1, \dots, m_n \end{pmatrix}$$

где матрица $X = \begin{pmatrix} x_{11}^0, \dots, x_{1n}^0 \\ \vdots \\ x_{n1}^0, \dots, x_{nn}^0 \end{pmatrix}$ – базовая матрица межотраслевых потоков,

r_1, \dots, r_n – индексы строк,

s_1, \dots, s_n – индексы столбцов,

i_1, \dots, i_n – промежуточная продукция отраслей,

m_1, \dots, m_n – материальные затраты в отраслях.

Результат расчета – новые значения межотраслевых потоков $x_{ij} = x_{ij}^0 * r_i * s_n$, полностью соответствующие построенным балансам.

Оценка возможностей энергосбережения за счет структурных сдвигов. Могут оцениваться возможности снижения энергосбережения за счет межотраслевых структурных сдвигов. Отрасли с различными уровнями удельных энергозатрат с течением времени начинают менять свою долю в общем выпуске, поскольку имеют различную динамику уровней

производства. В результате даже при неизменных показателях энергоемкости на уровне отраслей суммарная энергоемкость промышленного производства может достаточно сильно меняться. Таким образом, структурные сдвиги в производстве вносят свою лепту в общее изменение удельных затрат энергоресурсов.

Теоретически общий индекс изменения энергоемкости J может быть представлен следующим образом:

$$J = J_{эфф} \times J_{стр} \times J_{совм},$$

$$J_{эфф} = \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i2} \times q_{i1} \right) / \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i1} \times q_{i1} \right),$$

$$J_{стр} = \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i1} \times q_{i2} \right) / \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i1} \times q_{i1} \right),$$

$$J_{совм} = \left[\left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i1} \times q_{i1} \right) \times \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i2} \times q_{i2} \right) \right] / \left[\left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i1} \times q_{i2} \right) \times \left(\sum_{i=1}^N \varepsilon_{i2} \times q_{i1} \right) \right],$$

где $J_{эфф}$ – индекс изменения энергоемкости за счет изменения затрат энергии, но при неизменной структуре производства; $J_{стр}$ – индекс изменения энергоемкости за счет изменения структуры производства, но при неизменных удельных затратах энергии; $J_{совм}$ – индекс совместного воздействия коэффициентов энергоемкости и структуры; ε_{it} – коэффициент энергоемкости отрасли i в период t , q_{it} – доля отрасли i в общем выпуске в период t .

Таким образом, общее снижение энергоемкости нельзя в точности разложить на два фактора – изменение структуры и изменение удельных затрат в отраслях, поскольку $J_{совм}$ вовсе не обязательно равен единице, а может быть как больше, так и меньше данного значения. С другой стороны, его экономическая интерпретация, на наш взгляд, затруднена. Поэтому мы в данном изложении оперируем лишь двумя индексами – за счет изменения удельных энергозатрат в отраслях $J_{эфф}$ и за счет изменения структуры $J_{стр}$, имея в виду, что их произведение не дает в точности общего индекса роста энергоемкости и может отличаться от него в любую сторону.

Развитие СИБАРП: регрессионные методы анализа потребления энергии. В рамках развития СИБАРП проведено встраивание блока регрессионных методов анализа энергопотребления в регионах России и Сибири в общую систему аналитических и прогнозных расчетов (рис 2.7). Данный блок строится как на межстрановой, так и отечественной информации и позволяет проводить анализ влияния факторов климатических различий, ценовой политики, институциональных условий, переменных экономической активности на энергопотребление и энергоемкость производства в разрезе сфер хозяйства, а также на уровне экономической активности. Соответственно, прогноз энергопотребления строится в зависимости от указанных

факторов. Более высокие темпы экономического роста означают при этом большее потребление ТЭР, однако более быстрая динамика цен на энергоресурсы вызывает и более сильное энергосбережение.

В связи с этим была модифицирована схема расчетов потоков продукции на выпуск продукции по отраслям, которая теперь в отличие от прежней схемы предполагает особый подход к расчетам межотраслевых связей отраслей энергетического комплекса. Коэффициенты затрат энергетической продукции на производство других продуктов строятся на основе прогноза энергоемкости отраслей, выполненного с использованием указанных регрессионных моделей.

2.7. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПОД ПРОБЛЕМУ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ГРАНИЦ ПОВЫШЕНИЯ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2010 г.

Для оценки воздействия тарифов на электроэнергию на объемы промышленного производства и определения предельных границ их повышения в условиях развивающегося экономического кризиса был построен специальный модельно-методический аппарат, сочетающий возможности межотраслевого анализа и эконометрического моделирования поведения потребителей электроэнергии (рис. 2.7) [Суслов, 2011].

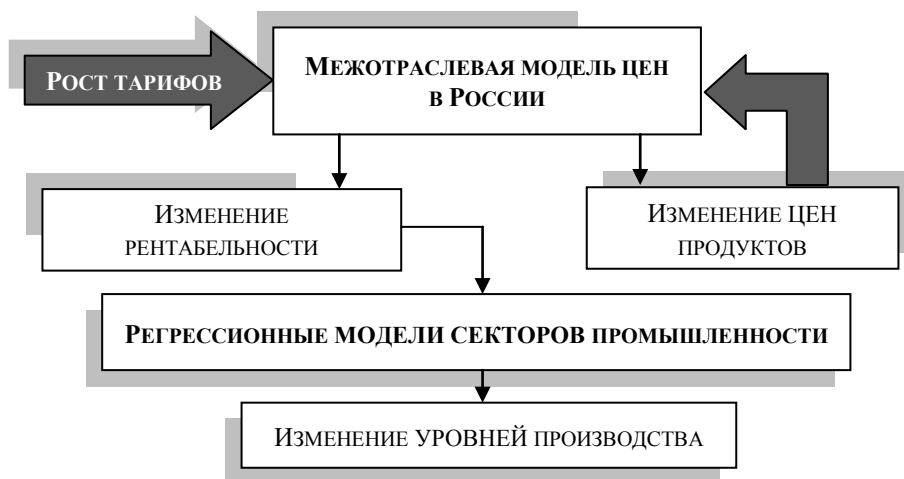


Рис. 2.7. Модельно-методический комплекс для определения предельных границ повышения тарифов для промышленных предприятий в условиях экономического кризиса

Были определены две границы увеличения тарифов для отраслей промышленности. Первая из них, более высокая, означает такой рост тарифа для данной промышленной отрасли (вида экономической деятельности), когда соответствующее снижение рентабельности приводит к заметному уменьшению выпуска предприятий, вовлеченных в данный вид деятельности промышленного производства. Но при этом все цены, кроме тарифа на электроэнергию рассматриваются как неизменные. Нижняя из них, называемая нами «границей риска», возникает тогда, когда появляются дополнительные риски, вызванные тем обстоятельством, что в некоторых сферах деятельности в ответ на рост издержек возможно повышение цен собственного выпуска (индексация издержек), а в других нет. Отрасли первого типа мы называем индексируемыми, а второго типа – неиндексируемыми. В неиндексируемых отраслях объем прибыли и уровень рентабельности снижаются не только за счет повышения затрат на оплату энергии, но и других составляющих издержек, поскольку возрастают цены продукции индексируемых отраслей, а, следовательно, и затраты, связанные с закупкой этой продукции. В то же время в индексируемых отраслях, хотя издержки и возрастают, но уровни рентабельности сохраняются. Таким образом, при определении границы риска дополнительно учитывается воздействие отраслей друг на друга. Наше деление отраслей на индексируемые и неиндексируемые, основанное на экспертном анализе, приведено в табл. 2.2.

Сначала мы построили модель межотраслевого баланса российской экономики, которая позволяет оценивать изменение рентабельности производства в секторах экономики в ответ на изменение издержек, вызванное ростом тарифов на электроэнергию. Затем, используя статистические данные в динамике и по видам экономической деятельности (т.е. панельные данные), мы строим эконометрические модели, увязывающие изменения физического объема их выпуска с уровнями и изменениями рентабельности. Затем, имея указанные модели, которые реально описывают взаимосвязи между финансовым состоянием предприятий в данной сфере деятельности и динамикой их выпуска, мы определяем, при каких уровнях повышения тарифов на электроэнергию и возникающих сопряженных эффектов, наступает значимое сокращение выпуска. Такие уровни мы и принимаем в качестве границ повышения тарифов. При этом для индексируемых отраслей определяется лишь одна граница – максимальная, для неиндексируемых – две границы: и максимальная, и граница риска.

Модель МОБ России была построена на основе «Таблицы выпуска и использования продукции и услуг за 2007 год». Для этого мы рассчитали технологические коэффициенты (коэффициенты текущих материальных затрат) по выделяемым секторам, используя показатели данной таблицы, в предположении, что структура и уровень материальных затрат секторов экономики обладает достаточной стабильностью. Процедура – следующая:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad (2.1)$$

где a_{ij} – искомые технологические коэффициенты, имеющие смысл затрат продукции сектора i на производство единицы продукции сектора j по стоимости; x_{ij} – общие затраты (потоки) продукции (услуг) сектора i на выпуск продукции (услуг) сектора j ; X_j – выпуск сектора j .

Таблица 2.2

Классификация рассматриваемых секторов промышленности и экономики с позиций возможности индексировать растущие издержки

Раздел, подраздел	Наименование сектора промышленности и экономики
<i>Индексируемые</i>	
Раздел А	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство
Раздел В	Рыболовство, рыбоводство
Подраздел DA	Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака
Подразделы DB, DC	Текстильное и швейное производство, кожа и обувь
Подраздел DF	Производство кокса нефтепродуктов и ядерных материалов
Подразделы DK, DL, DM	Производство машин и оборудования
Подраздел DN	Прочие промышленные производства
Раздел Е	Производство, передача и распределение газа, пара и воды
Раздел G	Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования
Раздел Н	Гостиницы и рестораны
Раздел I	Транспорт и связь
Раздел J	Финансовая деятельность
Раздел К	Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг
<i>Неиндексируемые</i>	
Раздел С	Добыча полезных ископаемых
Подраздел DD	Обработка древесины и производство изделий из дерева
Подраздел DE	Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность
Подраздел DG	Химическое производство
Подраздел DH	Производство резиновых и пластмассовых изделий
Подраздел DI	Производство прочих неметаллических минеральных продуктов
Подраздел DJ	Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий
Раздел F	Строительство
Раздел L	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование
Разделы М, N, O	Прочие услуги

Базовая модель МОБ для определения цен секторов выглядит следующим образом:

$$p_j = \sum_{i=1}^l a_{ij} \cdot p_i + u_j, j=1, \dots, N, \quad (2.2)$$

где p_j – ценовая переменная по сектору; u_j – доля валовой добавленной стоимости в цене сектора. Мы используем термин «ценовая переменная», поскольку p_j измеряются не в деньгах, а в долях к единице и, по сути, являются индексами цен, которые показывают отклонение агрегированных цен секторов от некоего первоначального уровня, при котором рассчитывались показатели p_j и u_j .

Обычно модель (2.2) рассматривают как линейную систему N уравнений с N неизвестными и при определенных достаточно естественных условиях имеющую единственное решение. В ней коэффициенты всегда рассматриваются как заданные, хотя могут меняться от одного просчета к другому (такие переменные называют экзогенными). Если зафиксировать величины u_j , то задача (2.2) может быть решена относительно переменных p_j , как уже говорилось индексов цен секторов. Если коэффициенты a_{ij} определены по формуле (2.1), а величины u_j следующим образом:

$$u_j = \frac{U_j}{X_j}, \quad (2.3)$$

где U_j – объемы валовой добавленной стоимости по сектору j , то решением системы (2.2) будут единичные ценовые показатели, т.е. $p_j = 1, j = 1, \dots, N$.

Такая постановка, однако же, не совсем подходит для наших целей. Во-первых, потому, что изменение ценовой переменной для сектора «Производство и распределение электроэнергии» должно не находиться из решения задачи, а задаваться экзогенно. Во-вторых, потому что требуется определить не изменение уровней цен (инфляцию), а изменение уровней рентабельности.

В связи с указанными обстоятельствами мы изменили базовую модель и использовали две постановки, первая из которых, называемая версией I, использовалась нами для определения изменения рентабельности производства в секторах, если растут только уровни тарифов для производственных потребителей, а цены на их продукцию являются достаточно жесткими. Затем результаты этих расчетов использовались нами как основа для определения верхней предельной границы увеличения тарифов для каждой из отраслей промышленности.

Пусть сектор «Производство и распределение электроэнергии» имеет индекс 1 (т.е. отрасль стоит первой в общем списке отраслей). Тогда версия модели I имеет вид:

$$\pi_j = p_j - a_{1j} \cdot p_{1j} - \sum_{i=2}^I a_{ij} \cdot p_i - v_j, j=1, \dots, N. \quad (2.4)$$

Здесь π_j есть определяемые в модели величины прибыли на единицу выпуска (в используемых измерителях они же имеют смысл рентабельности продукции); v_j есть задаваемые экзогенно величины валовой добавленной стоимости минус прибыль: $v_j = u_j - \pi_j^f$, где π_j^f отличаются от π_j тем, что они есть фактические (отчетные) нормативы прибыли и фиксируются на фактическом уровне, π_j – определяемые в модели величины. Величина p_{1j} есть тариф на электроэнергию для сектора j ; таким образом, модель предусматривает возможность дифференциации тарифов по категориям электропотребителей. Все ценовые переменные здесь являются экзогенными, т.е. фиксируемыми, однако величины p_{1j} фиксируются на специально выбираемом уровне – том, воздействие которого на рентабельность требуется определить.

Модель в версии II включает два типа ограничений: для неиндексируемых отраслей и сферы производства и распределения электроэнергии (2.5) – уравнения, похожие на (2.4), и для индексируемых отраслей (2.6). Пусть отрасли первого типа имеют номера с 1 (для производства и распределения электроэнергии) по N_1 , а индексируемые отрасли – с N_1+1 до N . Тогда модель имеет следующий вид:

$$\pi_j = p_j - a_{1j} \cdot p_{1j} - \sum_{i=2}^I a_{ij} \cdot p_i - v_j, j = 1, \dots, N_1, \quad (2.5)$$

$$p_j \cdot (1 - u_j) = a_{1j} \cdot p_{1j} + \sum_{i=2}^I a_{ij} \cdot p_i, j = N_1 + 1, \dots, N, \quad (2.6)$$

где все обозначения соответствуют введенным выше. Смысл уравнений (2.5) – такой же, как и (2.4), и они отличаются лишь множеством секторов, к которым относятся: уравнения (2.5) – для более узкой группы. Смысл уравнений (2.6) состоит в том, что по индексируемым отраслям цена возрастает в той же мере, что и сумма текущих материальных издержек, а, следовательно, предполагается, что индексируются и составляющие валовой добавленной стоимости.

Для определения воздействия условий хозяйствования на предприятиях в отраслях промышленности на их уровни производства были построены эконометрические модели для разделов экономической деятельности классификатора ОКВЭД С и D, а также некоторых подразделов раздела D «обрабатывающие производства». Для построения указанных отраслей мы сначала очерчиваем основные причины сокращения производства на предприятиях промышленности во время экономического кризиса 2008–2009 гг.

Представляется, что имелись две основные общие причины промышленного спада, обе инспирированные внешними для России условиями, но усиленные внутренними особенностями российской экономики. Эти причины – во-первых, сокращение спроса на продукцию российских предприятий, сначала со стороны зарубежных партнеров, а затем и внутри страны, а, во-вторых, возобновившийся вывоз из России капитала, превысивший уровни начала 1990-х годов. Так, по данным ЦБ России чистый вывоз капитала за IV квартал 2008 г. и I первый квартал 2009 г. составил 193,3 млрд долл. [Сайт ЦБ РФ... (эл. ист. инф.)].

Последнее обстоятельство резко усилило ликвидные ограничения как банковской системы страны, так и предприятий реального сектора. Если раньше главной проблемой кредитования реального сектора страны был недостаток «длинных денег», что обуславливало быстрый рост внешней задолженности корпоративного сектора, кредитовавшегося в зарубежных банках, то в период экономического кризиса на первое место выдвинулась проблема недостатка уже и «коротких денег», что не позволяло предприятиям кредитоваться «под оборот», а, следовательно, вело к уменьшению оборотных средств. Недоступность кредитов усиливалась высокой инфляцией, устойчиво сохранявшейся на уровнях выше 10% в год.

Обстоятельствами, которые усиливали экономический кризис в России, явились:

- чрезмерная открытость ее экономики и специализация на добыче природных ресурсов и производствах, составляющих первые переделы указанных ресурсов;

- чрезмерная зависимость финансовой системы и государственного бюджета от поступлений выручки от экспорта сырой нефти и природного газа, а также, в меньшей степени, других сырьевых товаров и товаров первых уровней передела;

- неразвитость банковской системы и финансового сектора;

- излишне крупные фирмы, что усиливает монополизм корпораций;

- в целом непоследовательная политика государства, что снижает его репутацию и ведет к финансовой нестабильности и высокой инфляции.

Наш анализ основан на построении регрессий (эконометрических уравнений), предполагающем статистическую оценку неких переменных – в нашем случае индексов физического объема выпуска секторов промышленности – в зависимости от изменения других переменных – регрессоров. В качестве регрессоров выступают такие факторы, воздействие которых на оцениваемые переменные (зависимые переменные) ожидается исходя из априорных соображений, например из теоретических представлений или экспертных оценок.

Однако, наш анализ связан с выявлением и количественной оценкой не всех причинно-следственных связей, опосредовавших трансмиссию мирового кризиса на российскую экономику, а только тех, которые непосредственно

затрагивают ухудшение финансового состояния предприятий как одну из причин спада и не увязываются с уменьшением внешнего спроса на российскую продукцию. Это вызвано тем обстоятельством, что повышение тарифов на электроэнергию для предприятий промышленности, если и может усилить спад производства (или затормозить выход из рецессии), то будет воздействовать через систему взаимосвязей между финансовыми активами предприятий и возможностями финансирования издержек производства продукции. Это значит, что те модели, которые мы строим, учитывают сокращение спроса на продукцию рассматриваемых секторов как внешнее воздействие и не включают соответствующих регрессоров.

Мы построили 8 регрессионных уравнений. Из них 7 сконструированы для конкретных секторов промышленности: «добычи полезных ископаемых», «обработки древесины и производства изделий из дерева», «целлюлозно-бумажного производства (вместе с издательской и полиграфической деятельностью)», «химического производства», «производства резиновых и пластмассовых изделий», «производства прочих неметаллических минеральных продуктов», «металлургического производства и производства готовых металлических изделий». Одна регрессия построена на статистических данных по «обрабатывающим производствам» в целом и предназначена для оценки границ повышения тарифов на электроэнергию в отраслях, для которых, как мы считаем, не имеется серьезных угроз роста издержек и снижения рентабельности при удорожании электроэнергии. Это – «производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака»; «текстильное и швейное производство, кожа и обувь»; «производство машин и оборудования» и «прочие промышленные производства». Во-первых, в указанных отраслях в среднем по секторам затраты электроэнергии на выпуск продукции заметно ниже средних уровней, во-вторых, указанные отрасли мы отнесли к числу индексируемых, т.е. способных компенсировать растущие издержки повышением цен своей продукции. Для них мы все же определили верхние границы изменения тарифов, которые, как мы и ожидали, оказались весьма высокими (табл. 2.3) и не лимитирующими рост тарифов для предприятий указанных секторов.

Поскольку мы анализируем лишь воздействие изменения финансового состояния предприятий промышленности на их выпуски, то в качестве регрессоров мы использовали соответствующие показатели – рентабельность продукции, изменение рентабельности продукции и их сочетание. Такой выбор обусловлен следующими соображениями:

Рентабельность производства есть интегральный показатель работы предприятий, по которому инвесторы и собственники судят об эффективности их работы.

Рентабельность производства, в конечном счете, наиболее адекватно и полно отражает финансовое состояние предприятий.

Рентабельность предприятий по секторам (видам деятельности) приводится официальной статистикой по регионам за достаточно длительные периоды времени, в том числе не только в годовом измерении, но и по кварталам, что важно с позиции наших целей.

Общий вид регрессий, который мы построили, может быть представлен следующим образом:

$$IND = \beta_0 + \beta_1 \cdot RENT + \beta_2 \cdot \Delta RENT + \beta_3 \cdot RENT \cdot \Delta RENT + \varepsilon, \quad (2.7)$$

где IND – индекс физического объема выпуска сектора промышленности к аналогичному периоду прошлого года; $RENT$ – уровень рентабельности продукции в данном периоде времени, $\Delta RENT$ – изменение уровня рентабельности продукции сектора по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, $RENT \cdot \Delta RENT$ – интерактивный член как произведение двух указанных переменных.

Таблица 2.3

**Предельные индексы увеличения тарифов на электроэнергию в секторах
(по видам деятельности) промышленности**

Вид деятельности	Верхняя граница, раз	Граница риска, раз
1	2	3
Раздел С «добыча полезных ископаемых»	1,58	1,54
Раздел D «обрабатывающие производства»		
Подраздел DA «производство пищевых продуктов, включая напитки, и производство табака»	4,00	
Подразделы DB, DC «текстильное и швейное производство, кожа и обувь»	2,25	
Подраздел DD «обработка древесины и производство изделий из дерева»	1,47	1,14
Подраздел DE «целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность»	1,15	1,02
Подраздел DF «производство кокса нефтепродуктов и ядерных материалов»	2,99	
Подраздел DG «химическое производство»	1,49	1,47
Подраздел DH «производство резиновых и пластмассовых изделий»	1,29	1,12
Подраздел DI «производство прочих неметаллических минеральных продуктов»	1,47	1,29
Подраздел DJ «металлургическое производство и производство готовых металлических изделий»	1,05	1,01
Подразделы DK, DL, DM «производство машин и оборудования»	3,40	
Подраздел DN «прочие промышленные производства»	1,98	

Воздействие переменной *RENT* на индекс физического объема выпуска связано с тем, что определенному уровню использования производственных мощностей соответствует достаточно определенный уровень рентабельности. Если это так, то возможно установить и статистическую зависимость. Данная гипотеза оказалась верной для двух секторов – для раздела С «добыча полезных ископаемых» и для подраздела DE «целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность».

Воздействие переменной *ΔRENT* связано с основной нашей гипотезой, что ухудшение финансового состояния предприятий снижает их возможности финансирования закупок производственных ресурсов, что вынуждает их сокращать масштабы производства. Данное предположение подтвердилось так или иначе для всех тестируемых секторов промышленности.

Однако описанные взаимосвязи вовсе не обязательно носят линейный характер, с чем и связано использование нами переменной *RENT·ΔRENT* – комбинации двух предыдущих переменных, называемой в литературе «интерактивный член» регрессии. Если коэффициент оценки при данной переменной положителен, то это значит, что сокращение производства происходит сильнее при высоких уровнях рентабельности. Другими словами, процесс спада более интенсивно идет в начале кризиса, когда рентабельность выше и постепенно теряет интенсивность по мере приближения к минимальному уровню выпуска. Это оказалось характерным для четырех исследуемых отраслей: «добычи полезных ископаемых», «обработки древесины и производства изделий из дерева», «целлюлозно-бумажного производства» и «производства резиновых и пластмассовых изделий». Наоборот, коэффициент оценки интерактивного члена оказался отрицательным для «производства прочих неметаллических минеральных продуктов», что означает, что предприятия данного сектора долго сопротивляются финансовым проблемам и не уменьшают выпуск (или уменьшают его незначительно). Но с определенного, уже достаточно низкого уровня рентабельности, спад усиливается.

Для сектора DD «обработка древесины и производство изделий из дерева» выявлена и другого рода нелинейность взаимосвязи между финансовыми показателями и уровнем выпуска, которая наилучшим образом описывается экспоненциальным законом. Такая зависимость также показывает, что спад сильнее проявляется при сокращении рентабельности на начальных ее высоких уровнях, а потом несколько тормозится.

Для большинства секторов (кроме «добычи полезных ископаемых») диагностированы невысокие коэффициенты детерминации, что подтверждает наше предположение о том, что для обрабатывающих отраслей ведущей причиной спада явилось сокращение внешнего спроса на их продукцию, а возникшие финансовые проблемы – усиление ограничений ликвидности – было, скорее, дополнительным обстоятельством, усиливающим рецессию.

Созданный модельный аппарат – модель МОБ России и регрессионные уравнения – был использован для оценки предельных тарифов повышения электроэнергии для предприятий секторов промышленного производства. Мы провели две серии расчетов. Первую – для определения верхней предельной границы повышения тарифов, вторую – для оценки нижней границы, называемой также «границей риска».

В обоих случаях сначала при помощи модели МОБ выявлялась связь между ростом тарифов на электроэнергию, а затем с помощью соответствующей регрессионной модели оценивалась конкретная интенсивность воздействия изменения рентабельности на уровень выпуска. В качестве предельного тарифа выбирался такой его уровень, что спад, вызванный ростом тарифа, становился значимым по выбранному нами критерию.

В качестве такого критерия мы во всех случаях использовали *однопроцентный дополнительный спад*, вызванный ростом тарифа для рассматриваемого сектора, и, таким образом, однопроцентный спад мы рассматривали как пороговый. Для обоснования данного выбора мы можем привести следующие доводы.

1. Точность использованных моделей в смысле их предсказательной силы сопоставима с однопроцентным отклонением, поэтому мы считаем, что если рассчитанный уровень спада не превышает одного процента, то он не является доказанным, а если превышает – то возможное снижение производства в действительности является очень вероятным.

2. Однопроцентный спад производства для оцениваемых больших агрегатов отраслей на самом деле может означать, что на некоторых предприятиях, входящих в данный агрегат, сокращение производства достигнет очень больших масштабов.

Итак, представим ниже процедуру определения верхней и нижней предельной границы повышения тарифов на электроэнергию для предприятий секторов промышленного производства.

➤ *Определение верхней предельной границы повышения тарифов на электроэнергию для промышленных предприятий*

Такая граница определена для каждого сектора промышленного производства индивидуально при помощи модели МОБ в версии I и соответствующей регрессионной модели. Как уже говорилось выше, в основе таких расчетов лежит предположение о том, что все цены, кроме тарифа на электроэнергию для данного сектора фиксированы и, таким образом, каждый сектор рассматривается индивидуально вне взаимосвязи с другими секторами. Такое представление можно считать достаточно адекватным при анализе ближайших последствий роста тарифов для промышленных предприятий. Очевидно, что уровень данной границы зависит от трех составляющих: доли затрат на энергию в себестоимости продукции, ее рентабельности и степени зависимости выпуска продукции предприятий данного сектора от рентабельности.

Анализ результатов данной серии расчетов (см. табл. 2.2, столбец 2) показывает, что имеются лишь две проблемные отрасли, на развитие которых может значимо повлиять рост тарифов на электроэнергию – «целлюлозно-бумажное производство» и «металлургическое производство», если все отрасли рассматривать изолированно, т.е. без учета взаимовлияния их цен. Это объясняется, во-первых, тем обстоятельством, что уровень затрат на оплату электроэнергии на единицу выпуска в указанных секторах значительно выше среднего – в секторе металлургии – самый высокий, в секторе целлюлозно-бумажного производства – третий после металлургии и химической промышленности. Но в секторе химического производства уровень рентабельности продукции вдвое выше, чем в первых двух секторах; кроме того, как показывает сравнение регрессионных уравнений, оцененная зависимость выпуска от изменения рентабельности в данном секторе существенно ниже.

➤ *Определение нижней предельной границы повышения тарифов на электроэнергию для промышленных предприятий (границы риска)*

Данная граница определена с использованием модели МОБ в версии II и соответствующих регрессионных уравнений для конкретных секторов промышленности. Она учитывает не только непосредственно воздействие изменения тарифов на электроэнергию, но и влияние цен отраслей друг на друга. Так, принимается во внимание, что увеличение тарифов на электроэнергию для всех отраслей может по-разному воздействовать на уровни цен различных секторов промышленности. Одни отрасли, используя более мягкие спросовые ограничения и собственную рыночную власть, имеют возможность увеличивать цены на свою продукцию по мере роста издержек, т.е. индексировать выпуск. Другие отрасли, в большей степени, страдающие от снижения спроса, такой возможности не имеют, т.е. являются неиндексируемыми отраслями.

В таких условиях в действие вступает дополнительный фактор – рост общего уровня цен, вызванный не только увеличением тарифов на электроэнергию, но и повышением цен на продукцию ряда секторов промышленности и экономики в целом. Тогда неиндексируемые отрасли попадают в еще более сложное положение. Они страдают не только от повышения тарифов на электроэнергию, но и от роста цен на другие составляющие материальных затрат, и страдают в тем большей мере, чем более высокие уровни текущих материальных затрат, вызванные технологическими особенностями производства, имеют место на входящих в них предприятиях. Речь идет о некоем системном эффекте, который возникает, во-первых, при более или менее одновременном повышении тарифов для всех потребителей, а во-вторых, не сразу вслед за их повышением, а через один-два производственных цикла, т.е. через 3–6 месяцев после такого повышения. Именно, через такой промежуток времени можно ожидать проявления негативных

последствий слишком сильного роста тарифов для производственных потребителей в полной мере. Этот эффект может выразиться либо в дополнительном спаде производства и, прежде всего, в неиндексируемых отраслях, или в торможении выхода из рецессии.

В сложившейся ситуации предельные границы увеличения тарифов для неиндексируемых отраслей сдвигаются вниз и в тем большей мере, чем выше уровень материалоемкости конкретного сектора производства. Такие границы мы называем «границами риска», имея в виду, что их превышение порождает вероятность спада в ближайшие месяцы. Однако указанные риски возникают при соблюдении двух условий: неиндексируемость продукции (т.е. невозможность, или, по крайней мере, сильная затрудненность увеличения цены в ответ на рост издержек) и общий рост тарифов во всех отраслях. Такой общий рост для индексируемых отраслей мы называем «фоновым ростом». Конкретно в расчетах он был принят на уровне 12% – уровень ожидаемой инфляции в 2010 г., который рассматривается нами приемлемым для однократного повышения в указанном году. (Результаты представлены в табл. 2.2, столбце 3.) Если, однако, фоновый рост будет выше 12%, то границы риска еще сдвинутся вниз. По двум отраслям – «целлюлозно-бумажному производству» и «металлургии» – границы риска смещаются до минимума, что вызвано не только их высокой электроемкостью, но и материалоемкостью в целом. Еще по двум секторам промышленности происходит существенное снижение предельных границ увеличения тарифов на электроэнергию, которые все же не доходят до слишком низких уровней. Это «производство древесины и изделий из дерева» и «производство резиновых и пластмассовых изделий».

2.8. СОНАР-ТЭЖ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КАЧЕСТВА ИНСТИТУТОВ НА СТИМУЛЫ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

В данном разделе мы обсуждаем пример применения теоретических моделей для анализа условий, воздействующих на стимулы к энергосбережению. Далее мы будем употреблять термин *качество экономических институтов* как совокупность условий, воздействующих на поведение фирм, и способствующих или не способствующих достижению Парето-эффективного состояния экономической системы. Мы полагаем, что важным следствием наличия «хороших» институтов является минимизация транзакционных издержек, в то время как при «плохих» институтах уровень транзакционных издержек может быть настолько высоким, что экономическое поведение фирм искажается, и они принимают решения, которые (сильно) отклоняют систему от Парето-эффективного состояния.

Мы также исходим из того, что качество институтов можно выразить в количественных показателях. Для учета воздействия качества институтов при осуществлении эконометрических оценок мы строим теоретические модели, соответствующие идентифицируемым проблемам институционального строительства, которые мы считаем важными с позиции формирования стимулов к энергосбережению. Первая проблема – проблема высоких издержек использования рынка, связанная с недостатками законодательства, качества управляющего аппарата и регулирования, неразвитостью рыночной инфраструктуры и банковской сферы. Она является своего рода внешней для отдельных фирм. Вторая идентифицируемая нами проблема является, скорее, внутренней для данной фирмы. Мы полагаем, что в условиях излишне крупных корпоративных образований могут быть актуальными классические проблемы контроля, связанные с несовершенством информации и систем стимулирования.

Модель равновесия энергопотребляющей отрасли в условиях увеличения цен на энергию: значение транзакционных издержек. Для учета в модели воздействия институтов на энергосбережение фирм, мы рассматриваем модель Курно для представительного сектора с явным описанием потребления энергии. Предполагается, что в секторе имеется n симметричных фирм, имеющих некоторую степень рыночной власти, производящих одинаковую продукцию и наряду с другими факторами использующие энергию E . Процесс производства описывается производственной функцией с постоянной отдачей от расширения масштаба, но усилия и затраты, связанные с торговлей и взаимодействием с другими агентами (включая органы управления), не входят в факторы данной функции и являются экзогенными параметрами.

Мы полагаем, что в условиях недостатков институциональной системы и, как следствие, высоких и неопределенных транзакционных издержек, экономические агенты могут демонстрировать искаженное экономическое поведение по сравнению с фирмами, оперирующими в условиях полноценных экономических институтов. Например, мы ставим задачу показать, что даже если имеются технические возможности вытеснения подорожавшей энергии более дешевыми факторами, фирмы могут отказываться от реализации соответствующих проектов, опасаясь, что транзакционные издержки окажутся при этом слишком высокими. Мы хотим продемонстрировать, что чем хуже институциональное окружение в данной экономике, тем ниже вероятность, что фирмы адекватным образом отреагируют на рост цены энергии, т.е. тем меньшее количество фирм изменят структуру своих затрат, вытесняя энергетический фактор.

Далее мы представляем модель сектора и описываем равновесное состояние указанного сектора до изменения цены исходя из предположения, что все фирмы симметричны; а затем – равновесное состояние после того, как рост цены произошел, допуская при этом различную реакцию фирм.

Пусть Q_j есть выпуск фирмы j , и, таким образом, выпуск сектора равен $Y = \sum_{j=1}^n Q_j$. Производственная функция фирмы j выглядит следующим обра-

зом: $Q_j = F(E_j, \dots)$ и обладает свойствами функции с постоянной эластичностью замещения между факторами производства – CES-функции. Функцию издержек для фирмы j можно записать: $C(Q_j) = c \cdot Q_j$. Поскольку все фирмы симметричны, то в условиях первоначального равновесия данная функция одинакова для всех них. Однако если фирмы по-разному реагируют на рост цен, то соответствующие функции становятся различными.

Мы предполагаем, что спрос на продукцию сектора описывается обратной функцией спроса, имеющей линейный характер:

$$P = G - H \cdot Y, \quad (2.8)$$

где P есть цена продукции сектора, Y – суммарный спрос на продукцию сектора, а G и H – положительные параметры.

Рассмотрим равновесие сектора до ценового шока:

$$Q_j^0 = Q^0 = \frac{G - c}{H \cdot (n + 1)}, \quad (2.9)$$

$$Y^0 = n \cdot Q^0 = \frac{n}{n + 1} \cdot \frac{G - c}{H \cdot (n + 1)}, \quad (2.10)$$

$$P^0 = \frac{G + n \cdot c}{n + 1}. \quad (2.11)$$

Далее, пусть β – индекс роста цены энергии, так что $\beta > 1$. Нормальная реакция фирмы, которую мы называем «энергосберегающий проект», заключается в изменении структуры используемых факторов в соответствии с изменением структуры цен и вытеснением энергии другими производственными факторами. Мы исходим из того, что фирмы осуществляют энергосберегающий проект в том случае, когда транзакционные издержки низки и отказываются от его осуществления, если они высоки. Таким образом, каждая фирма решает следующую задачу:

$$\max \left\{ P^e \cdot F(E, \dots) - p_E \cdot E - \sum_{i \in I} p_i \cdot X_i - tc \cdot \varphi \left(\frac{E}{F(E, \dots)} - e^0 \right) \right\} \quad (2.12)$$

$$P^e = G - H \cdot \left(\sum_{l \in L} Q_l^e + F(E, \dots) \right), \quad (2.13)$$

где в дополнение к уже введенным обозначениям: p_j – цена неэнергетического фактора j ; X_j – затраты неэнергетического фактора j ; начальный уровень энергоемкости обозначен как $e^0 = \frac{E^0}{Q^0}$, Q_l^e – выпуск компании l ожидае-

мый рассматриваемой фирмой, J – множество всех неэнергетических факторов, так что $j \in J$, L – множество всех фирм, кроме данной. Таким образом,

сумма $\sum_{i=L} Q_i^e$ есть ожидания данной фирмы относительно выпусков всех ос-

тальных $(n-1)$ фирм, а P^e – ожидаемая цена продукции, которая, очевидно, зависит от ожиданий выпуска. Функция $\phi(\dots)$ есть функция типа Дирихле, такая, что $\phi(x)=0$, если $x=0$ и $\phi(x)=1$ в других случаях, Переменная $tc=(0, h)$ имеет лишь два значения – низкий и высокий уровни транзакционных издержек. Для простоты мы принимаем, что низкие транзакционные издержки совсем не влияют на решения фирмы, а, следовательно, их можно приравнять к нулю. Если же они высокие – в этом случае мы обозначаем их h , – то мы считаем, что они достаточно высоки, чтобы полностью блокировать принятие энергосберегающего проекта.

После роста цены энергетического фактора общее множество фирм разбивается на два подмножества. Первое включает k единиц, которые сталкиваются с низкими уровнями транзакционных издержек и, следовательно, идут на осуществление энергосберегающего проекта. Второе подмножество состоит из $(n-k)$ фирм, которые испытывают высокий уровень транзакционных издержек и, таким образом, отказываются от реализации проекта.

Для удобства дальнейшего изложения мы приводим сначала равновесное решение для ситуации, когда все фирмы сталкиваются с высокими транзакционными издержками. Поскольку все фирмы в одинаковой мере испытывают рост цены энергетического фактора, то у всех у них одинаково возрастают удельные издержки; указанный прирост мы обозначаем Δc_1 . Таким образом, удельные издержки фирм после роста цены энергии составляют величину $c_1=c+\Delta c_1$. При этом равновесное решение Q^1 , $Y^1=n \cdot Q^1$, P^1 отличается от начального решения следующим образом: $Y^1 < Y^0$, $Q^1 < Q^0$, $P^1 > P^0$, поскольку c_1 выше, чем c .

Теперь предположим, что $k < n$ и, таким образом, k фирм идут на изменение структуры своих затрат в ответ на изменение цен. Каждая из них снижает энергоемкость выпуска на величину Δe и единичные издержки – на Δc_2 , т.е. единичные издержки составляют величину $c_1 - \Delta c_2 = c + \Delta c_1 - \Delta c_2$ ¹.

Обозначим $\Delta Q^+(k)$ прирост выпуска по сравнению с Q^1 для фирмы, которая принимает энергосберегающий проект, и $\Delta Q^-(k)$ – по сравнению с этим же уровнем для фирмы, не идущей на выполнение проекта; аргумент k указывает количество фирм, которые осуществляют проект. Изменение решения по сравнению с уровнем (Y^1, Q^1, P^1) может быть рассчитано следующим образом:

¹ Очевидно, что $\Delta c_1 - \Delta c_2 > 0$.

$$\Delta Q^+(k) = \frac{(n-k+1) \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n+1)}, \quad (2.14)$$

$$\Delta Q^-(k) = \frac{-k \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n+1)}, \quad (2.15)$$

$$\Delta Y(k) = \frac{k \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n+1)}, \quad (2.16)$$

$$\Delta P(k) = \frac{-k \cdot \Delta c^2}{n+1}, \quad (2.17)$$

где $\Delta Y(k)$ и $\Delta P(k)$ – приросты общего выпуска сектора и рыночной цены соответственно при условии, что k фирм идут на осуществление энергосберегающего проекта. Естественно предположить, что $Q^1(k) + \Delta Q^-(k) \geq 0$ при любом k , что гарантируется, если

$$G - c^1 - n \cdot \Delta c_2 = G - c - \Delta c_1 - n \cdot \Delta c_2 \geq 0. \quad (2.18)$$

Данное предположение выглядит достаточно естественным. Например, если производственная функция фирм характеризуется единичной эластичностью замещения между энергией и другими факторами, то величина $\Delta c_2 = [(\beta-1) \cdot \alpha - (\beta\alpha-1)] \cdot c$, где β , как и ранее, есть индекс роста цены энергии¹.

Мы вводим предположение, что число фирм k , которые сталкиваются с низкими транзакционными издержками, находится в сильной взаимосвязи с качеством экономических институтов: чем оно выше, тем выше и k . Если институты очень плохи, то ни одна из фирм не имеет достаточных стимулов к энергосбережению даже при сильном росте цен, наоборот, если институциональное окружение имеет очень высокое качество, то все фирмы идут на реализацию энергосберегающих проектов.

УТВЕРЖДЕНИЕ: Пусть n симметричных фирм с производственной CES-функцией $Q_i = F(E_i, \dots)$, где E_i есть фактор энергии, составляют экономический сектор, спрос на продукцию которого описывается функцией (2.8). После роста цены на энергетический фактор p_E , каждая фирма решает свою задачу (2.12)–(2.13). При этом k фирм сталкиваются с низкими производственными издержками и идут на осуществление энергосберегающего проекта, другие $(n-k)$ фирм сталкиваются с высокими транзакционными издержками и не осуществляют энергосберегающий проект. Тогда энергоёмкость

выпуска сектора, измеряемая как $\frac{\sum_{j=1}^n E_j}{Y}$ тем ниже, чем выше k .

¹ Если $\alpha=0.2$, то удвоение реальной цены энергии ($\beta=2$) приводит к значению $\Delta c_2=0.0513$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: Обозначим энергоемкость выпуска фирмы до ценового шока e_1 , тогда после роста цены энергии фирмы, которые осуществляют энергосберегающий проект, имеют энергоемкость выпуска e_2 такую, что $e_2 < e_1$, что выполняется ввиду свойств производственной функции. Уровень энергоемкости фирм, которые не осуществляют проектов, остается на уровне e_1 . Тогда величина $e(k)$ – энергоемкость выпуска сектора при условии, что k фирм осуществляют энергосберегающий проект, составляет:

$$e(k) = s(k) \cdot e_2 + (1 - s(k)) \cdot e_1 \quad (2.19)$$

где $s(k)$ – доля фирм осуществляющих энергосберегающий проект в выпуске всего сектора. При этом очевидно, что производная $e(k)$ по $s(k)$ отрицательна, поскольку $e_2 < e_1$. Таким образом, требуется доказать, что $\frac{ds(k)}{dk} > 0$, что может быть не всегда верным, поскольку с увеличением числа фирм, осуществляющих проект индивидуальный выпуск каждой из них сокращается

(в силу уравнения (2.14)). Построим величину $\frac{s(k)}{1 - s(k)}$:

$$\frac{s(k)}{1 - s(k)} = \frac{k \cdot Q^1 + (n - k + 1) \cdot \frac{k \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n + 1)}}{(n - k) \cdot Q^1 - (n - k) \cdot \frac{k \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n + 1)}} \quad (2.20)$$

Введем обозначение $\theta(k) = k \cdot Q^1 + \frac{k \cdot (n - k) \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n + 1)}$ и сделаем замену в (2.19):

$$\frac{s(k)}{1 - s(k)} = \frac{\theta(k) + \frac{k \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n + 1)}}{n \cdot Q^1 - \theta(k)} \quad (2.21)$$

Поскольку выполняется условие (2.18), легко видеть, что производная $\theta(k)$ по k положительна:

$$\frac{d\theta(k)}{dk} = Q^1 + (n - 2k) \frac{\Delta c^2}{H \cdot (n + 1)} = \frac{G - c^1 + (n - 2k) \cdot \Delta c^2}{H \cdot (n + 1)} > 0 \quad (2.22)$$

Принимая во внимание (2.22), можно видеть, что с ростом k числитель правой части равенств (2.21) растет, а знаменатель уменьшается. Другими словами, величина $\frac{s(k)}{1 - s(k)}$ есть функция, возрастающая по k . Данный факт

может быть верным, если и только если $\frac{ds(k)}{dk} > 0$. Это и означает, что

$\frac{de(k)}{dk} < 0$, а, следовательно, утверждение доказано.

Таким образом, мы можем заключить, что слабые институты могут рассматриваться как важный фактор, снижающий эффективность использования энергии. Слабые стимулы к изменению технологической структуры могут быть результатом высоких издержек использования рыночных механизмов. Мы полагаем, что высокий уровень транзакционных издержек h может быть связан как со сбоями в функционировании рыночных механизмов самих по себе, так и ввиду искажений во взаимодействии властных структур и бизнеса. Данная величина может включать денежную составляющую – взятки, «откаты», «теневые налоги», представительские расходы. Однако немалая ее часть – не денежная составляющая, а дополнительные усилия и время на согласование вопросов и лоббирование.

Важный вывод анализа теоретической модели, подтверждающий нашу гипотезу, состоит в том, что эластичность энергоемкости по цене энергии в данной экономике зависит от качества институтов. Мы показали, что реакция спроса на энергию некоего представительного сектора в ответ на изменение реальной цены энергии тем сильнее, чем больше фирм осуществляют меры по энергосбережению, а, следовательно, чем лучше качество институтов. Можно полагать, что и эластичность совокупного спроса на энергию в экономике в целом демонстрирует такое же свойство. По этой причине мы специфицируем нашу гипотезу следующим образом: эластичность энергоемкости производства представляется как функция показателей качества институтов. Показатель эластичности энергоемкости не совсем то же самое, что коэффициент эластичности спроса, хотя и является его весьма близким аналогом. Первый показатель, во всяком случае при условии постоянной отдачи от расширения масштаба, учитывает только эффект замещения, т.е. снижение спроса за счет вытеснения энергии другими факторами. Второй показатель наряду с изменением спроса на энергию за счет эффекта замещения включает также эффект дохода – сокращение потребления данного фактора в связи с уменьшением масштаба производства.

Модель поведения локальных звеньев фирмы в сфере экономии энергии в условиях недостатка внутреннего контроля. Вторая идентифицируемая нами проблема является, скорее, внутрифирменной. Некачественный корпоративный менеджмент может сказываться на стимулах к энергосбережению ввиду наличия проблем информации и контроля. Для их анализа мы отказались от использования аппарата моделей условной оптимизации на основе дифференцируемых функции прибыли и производственной функции, предпочтя более простой и наглядный анализ с использованием игровых моделей. Пусть имеется n агентов – локальных звеньев одной фирмы. Пусть каждый из них имеет возможность реализовать проект, направленный на экономию ресурса, затратив усилие в размере A , и получить экономию ресурса в натуральном выражении в объеме B . Каждое звено, однако, имеет возможность отказаться от осуществления своего проекта и не тратить

усилий и, соответственно, не иметь результата. Промежуточная ситуация – частичная реализация проекта – не допускается. Общая прибыль фирмы, если будет реализовано k проектов, где $k \leq n$, составит:

$$G(k) = k \cdot (p \cdot B - w \cdot A), \quad (2.23)$$

где p и w – соответственно денежная оценка натуральных единиц результата и усилий.

Теперь предположим, что центральный менеджер распределяет общий результат в размере $k \cdot p \cdot B$ в соответствии с установленными квотами; поскольку в модели для простоты все проекты рассматриваются одинаковыми, то логично допустить, что квота каждого агента, реализовавшего проект, составляет $1/k$, соответственно, квота агента, не реализовавшего проект, составляет 0. Такая ситуация представляет собой некий идеал и возможна тогда, когда центральный менеджер имеет реальную возможность контролировать либо создание продукта по звеньям, либо их усилия. Нетрудно видеть, что результатом решения задачи максимизации прибыли $G(k)$ будет

$$\max_k G(k) = G(n) = n \cdot (p \cdot B - w \cdot A), \quad (2.24)$$

т.е. реализация всех проектов, если имеет место $p \cdot B > w \cdot A$, или

$$\max_k G(k) = G(0) = 0, \quad (2.25)$$

т.е. отказ от реализации проектов всеми задействованными агентами, если имеет место $p \cdot B < w \cdot A$.

Теперь предположим, что имеет место условие $p \cdot B > w \cdot A$, центральному менеджеру это известно, но он не имеет информации о том, какие из локальных проектов реализуются, и назначает квоты для каждого из агентов как $1/n$ исходя из того факта, что каждый из них обеспечивает положительную прибыль. Тогда компенсация, получаемая локальным звеном, оказывается слабо увязанной с его усилиями. Именно, если данная производственная единица ожидает, что другим локальными звеньями будет реализовано k проектов, то ее прибыль составит $[(k+1)/n] \cdot p \cdot B - w \cdot A$, если она также осуществляет проект и затрачивает усилия, и $k/n \cdot p \cdot B$, если она не осуществляет проект и не затрачивает никаких усилий. Тогда локальный проект реализуется, если прибыль локального агента при этом составит большую сумму, чем в противном случае, т.е. если $p \cdot B/n > w \cdot A$.

Но тогда есть большая вероятность, что ни один из проектов не будет реализован: при достаточно большом n левая часть последнего неравенства становится малой и меньше его правой части. В этом случае ни один из проектов не рассматривается соответствующими звеньями как эффективный, и никаких усилий, направленных на экономию ресурса предпринято не будет. В такой ситуации суммарная экономия агентов $k \cdot p \cdot B$ воспринимается ими как коллективное благо (*club good*), и каждый из них имеет сильную мотива-

цию занять позицию *безбилетника* (*a free rider*). В самом деле, доля локального звена в потреблении общего продукта (т.е. компенсация его усилий) не зависит от его поведения, а компенсация, которую они получают, слабо связана с его действительными усилиями.

В случае заранее установленных квот может возникнуть и проблема *провала координации* (*coordination failure*). Чтобы это продемонстрировать, требуется еще одно допущение, которое в общем не выглядит достаточно убедительным – наличие системного эффекта совместных усилий или эффективности координации. Мы, однако, полагаем что системный эффект совместных усилий в области экономии энергии может существовать, например при совместной эксплуатации тепловых сетей. Итак, предположим, что при участии всех локальных агентов, т.е. при $k=n$ в системе появляется дополнительная экономия в размере S , которая также распределяется между локальными звеньями согласно установленным квотам. В этом случае прибыль каждого из агентов составит $p \cdot B + S/n - w \cdot A$. Если же какая-то из подсистем все же не присоединяет свои усилия, то ее прибыль равна $[(n-1)/n] \cdot p \cdot B$. Таким образом, положительное решение о том, чтобы реализовать свой локальный проект данным агентом будет принято, если он знает или ожидает, что и все остальные агенты также выбирают реализацию и к тому же если выполняется следующее условие: $p \cdot (B+S)/n > w \cdot A$, т.е. при достаточно большом системном эффекте S . Однако даже если его величина велика и последнее неравенство выполняется, все же проект может не быть реализован данным звеном, если его ожидания пессимистичны, что имеет место, если между звеньями отсутствует координация усилий. Теоретически такой провал координации может быть устранен при неоднократном разрешении проблемы, известной как *дилемма заключенного* (*prisoner's dilemma*).

Предположим теперь, что центральный менеджер не устанавливает квот, а компенсирует усилия локальных звеньев. Мы имеем идеальную ситуацию, если объем компенсации покрывает альтернативные издержки звеньев и центральный менеджер контролирует процесс, т.е. осуществляет оплату только в том случае, если данный локальный проект действительно реализован. Тогда, конечно, будут осуществлены все проекты.

Однако допущение неполного контроля меняет результат. Пусть центральный менеджер осуществляет оплату априори. Примем для наглядности, что объем такой компенсации составляет $p \cdot B$, а затем может осуществить какое-то количество ревизий для проверки, действительно ли проверяемые локальные агенты реализовали свои проекты. Если ответ положительный, то объем компенсации не меняется, но если он отрицательный, то компенсация аннулируется и может назначаться штраф. Пусть величина *prob* есть вероятность ревизии центральным менеджером данного локального звена, $0 \leq \text{prob} \leq 1$. Тогда локальное звено в случае реализации своего проекта получает прибыль в размере $p \cdot B - w \cdot A$, а в противном случае его ожидаемая при-

быль составит $(1-prob) \cdot p \cdot B - prob \cdot f$, где f есть величина штрафа. Ясно, что данный локальный проект будет осуществлен, если $prob \cdot p \cdot B > w \cdot A - prob \cdot f$, и не будет осуществлен в противном случае. Ясно также, что вероятность осуществления проектов возрастает при росте как $prob$, так и f . Но даже при нулевом значении последней переменной, т.е. в отсутствии штрафов, локальные проекты будут осуществляться, если контроль центрального менеджера достаточно силен и величина $prob$ велика.

Данная ситуация соответствует известной проблеме *морального риска* (*moral hazard*). В самом деле, возможность не реализации проектов порождена слабостью контроля результата и характеризуется как проблема *скрытой акции* (*hidden information problem*). Локальные агенты подвержены моральному риску: они могут рискнуть и не выполнить работу, которую обязаны выполнить, поскольку получают компенсацию.

Теперь несколько усложним модель, и будем считать, что часть проектов дает большие результаты, чем другая, однако и требует больших усилий. Проекты первого типа, имеющие индекс 1, мы будем называть более интенсивными, второго, имеющие индекс 2 – менее интенсивными проектами. Объемы усилий и экономии, соответствующие более интенсивным проектам обозначим A_1 и B_1 , для менее интенсивных проектов – A_2 и B_2 . По предположению выполняется:

$$p \cdot B_1 > w \cdot A_1 \text{ и } p \cdot B_2 > w \cdot A_2, \\ A_1 > A_2 \text{ и } B_1 > B_2.$$

Если центральный менеджер распределяет компенсацию в размере общей экономии в условиях неполной информации, т.е. не зная, какие звенья, какого типа проекты реализуют, он может исходить из усредненных сумм и компенсировать каждому локальному звену величину $p \cdot (\alpha \cdot B_1 + (1-\alpha) \cdot B_2)$, где α есть известная доля более интенсивных проектов. Тогда прибыль каждого из агентов с более интенсивными проектами составит $p \cdot (\alpha \cdot B_1 + (1-\alpha) \cdot B_2) - w \cdot A_1$, а с менее интенсивными составит $p \cdot (\alpha \cdot B_1 + (1-\alpha) \cdot B_2) - w \cdot A_2$.

Менее интенсивный проект будет выгоден к реализации, что касается более интенсивного, то вероятность его реализации – меньше. При большой разнице в результативной экономии, т.е. между B_1 и B_2 или при малой доле интенсивных проектов, он может оказаться неприбыльным для агентов. Следовательно, будет реализован только менее интенсивный проект. Данная ситуация характеризуется как *неблагоприятный отбор* (*adverse selection*) или как проблема *скрытой информации* (*hidden information problem*).

ЛИТЕРАТУРА

- Бузулуцков В.Ф.** Информационно-методические аспекты построения межрегиональной модели взаимосвязи экономики и энергетики. Препринт. – Новосибирск: ИЭОПП, 2002.
- Воронов Ю.П., Комаров В.Ф.** Тепловые насосы и другие автономные источники теплоснабжения // Энергетика и предприятия: перспектива развития экономических отношений в условиях реформирования РАО «ЕЭС России». – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2004.
- Гершензон М.А.** Моделирование динамики межотраслевых связей энергетики. Новосибирск: Наука, 1983.
- Гранберг А.Г.** Оптимизация территориальных пропорций народного хозяйства. – М.: Экономика, 1973.
- Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А.** Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование. – Новосибирск: Сибирское Научное Издательство, 2007.
- Кононов Ю.Д.** Энергетика и экономика (проблемы перехода к новым источникам энергии). – М.: Наука, 1981.
- Крашенинников С.Н., Романов А.В., Душанин Г.М., Заключная С.В., Уколов А.В., Сенюкова А.Г., Акимов А.В.** Система моделей обоснования оптимального развития топливно-энергетического комплекса // Проблемы оптимизации топливно-энергетических балансов и пропорционального развития топливно-энергетического комплекса страны на перспективу. – М.: ВНИИКТЭП, 1979.
- Криворуцкий Л.Д.** Имитационная система для исследований развития топливно-энергетического комплекса. – Новосибирск: Наука, 1983.
- Кузнецов Ю.А., Мелентьев Л.А., Меренков А.П., Некрасов А.С.** Определение оптимальной структуры оптимального энергетического баланса с использованием электронных вычислительных машин // Теплоэнергетика. – 1962.
- Любочская О.К., Орлов Р.В.** Выбор рациональной структуры системы моделей оптимизации топливно-энергетического страны баланса на перспективу // Проблемы оптимизации топливно-энергетических балансов и пропорционального развития топливно-энергетического комплекса страны на перспективу. – М.: ВНИИКТЭП, 1979.
- Макаров А.А., Вигдорчик А.Г.** Топливо-энергетический комплекс. Методы исследования оптимальных направлений развития. – М.: Наука, 1979.
- Макаров А.А., Кононов Ю.Д., Криворуцкий Л.Д., Макарова А.С., Санеев Б.Г., Шапот Д.В.** Иерархия моделей для управления развитием энергетики и методы согласования их решений. – Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1984.
- Макаров А.А., Мелентьев Л.А.** Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства. – Новосибирск: Наука, 1973.
- Манн А.С.** ЭТА–МАКРО: Модель взаимодействия энергетики и экономики // Экономика и математические методы. – 1978. – Т. XIV. – Вып. 5.
- Мелентьев Л.А.** Оптимизация развития и управления большими системами энергетики. – М.: Высшая школа, 1976.
- Мелентьев Л.А.** Системные исследования в энергетике. – М.: Наука, 1977.
- Мелентьев Л.А.** Системные исследования в энергетике. Элементы теории, направления развития. Изд-е 2-е, доп. – М.: Наука, 1983.
- Методика оптимизации** развития топливно-энергетического комплекса. – М.: Наука, 1975.
- Методические положения** оптимизации развития топливно-энергетического комплекса. Научный совет по комплексным проблемам энергетики. – М.: Наука, 1975.
- Методологические принципы** составления базовых таблиц «Затраты–Выпуск» и их информационное обеспечение. Росстат. – М., 2009.
- Методология** и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010.

- Методы** и модели для исследования оптимальных направлений долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса / под ред. А.А. Макарова. – Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1977.
- Методы** и модели прогнозных исследований взаимосвязей энергетики и экономики. – Новосибирск: Наука, 2009. – 178 с.
- Методы применения** электронно-вычислительных машин в энергетических расчетах / под ред. Л.А. Мелентьева, 1964.
- Национальные** счета России в 2000–2007 годах. Стат. сб. Росстат. – М., 2008.
- Нашей экономике** нужно посмотреть на себя в зеркало. Беседа с И.Д. Масаковой, заместителем руководителя федеральной службы государственной статистики. – ЭКО. – 2011. – № 5.
- Новая** энергетическая политика России / под ред. Ю.К. Шафраника. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
- Оптимизация развития** топливно-энергетического комплекса / под ред. А.С. Некрасова. – М.: Энергоиздат, 1981.
- Пляскина Н.И.** Проблемы недропользования и методология формирования инвестиционных программ освоения нефтегазовых ресурсов // Бурение и нефть. – 2007. – Вып. 11. – С. 60–83.
- Российский** статистический ежегодник. Приложение: Отдельные статистические показатели деятельности организаций Российской Федерации по видам экономической деятельности. М.: Росстат, 2004.
- Системные исследования** проблем энергетики / отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2000.
- Суслов Н.И.** Методические указания и рекомендации по прогнозированию социально-экономического развития Новосибирской области в рамках ОП-2020 // Областная программа «Энергоэффективность и энергобезопасность Новосибирской области на период до 2020 года»: сб. руководящих документов. – Вып. 4. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, Ин-т теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Межотр. фонд энергосбережения и развития ТЭК Новосиб. обл., адм. Новосиб. обл., 2006. – С. 15–33.
- Суслов Н.И.** Проблемы формирования рациональной региональной стратегии в области энергетики // Реформирование электроэнергетики и его влияние на социально-экономическое развитие Сибири: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 24 июня 2011 г., Красноярск / [отв. за вып. А.В. Лыткин]. – Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2011. – С. 90–134.
- Суслов Н.И.** Прогнозирование развития региона на основе межотраслевых моделей (гл. 20) // Сибирь в первые десятилетия XXI века / отв. ред. В.В. Кулешов. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2008. – С. 298–310.
- Суслов В.И.** Производственное потребление (раздел 2.1) // Оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели. – Новосибирск: Наука, 1989.
- Соколин В.Л.** Реформирование российской статистики в интересах гражданского общества и государства // Вопросы статистики. – 2008. – № 12.
- Суслов Н.И., Бузулуцков В.Ф.** Проект СОНАР-ТЭК: системное моделирование энергетики (раздел 1.2) // Методология и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010.
- Суслов Н.И., Бузулуцков В.Ф., Чернышов А.А.** Применение оптимизационной межотраслевой межрайонной модели для анализа развития энергетики в системе народнохозяйственных взаимосвязей // Исследования многорегиональных экономических систем: опыт применения оптимизационных межрегиональных межотраслевых систем / под ред. В.И. Суслова. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2007.
- Суслов Н.И.** Система анализа и прогнозирования межотраслевых связей в экономике региона (СИБАРП) (раздел 7.1) // Методология и практика построения и использования региональных топливно-энергетических балансов – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010.

- Суслов Н.И., Чернышов А.А.** Специализированные модели народнохозяйственного уровня: особенности построения и реализации (гл. 2). Территориальные народнохозяйственные модели взаимосвязей многоотраслевых комплексов (п. 1) // Моделирование взаимодействия многоотраслевых комплексов в системе народного хозяйства. – Новосибирск: Наука, 1992.
- Суслов Н.И., Чернышов А.А.** Использование ОМММ для анализа развития межотраслевых комплексов (гл. 7) // Оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели. – Новосибирск: Наука, 1989.
- Энергетический комплекс СССР** / под ред. Л. А. Мелентьева и А. А. Макарова. – М.: Экономика, 1983.
- Bullard C.W. III, and Pilati D.A.** The project independence construction program-resource impacts. *Energy*. Vol. 1. Issue 2. – June 1976. – P. 123–131
- Dantzig G.B. and Parikh S.C.** On a pilot linear programming model for assessing physical impact on the economy of a changing energy picture, in F.S. Roberts Ed., *Energy, Mathematics and Models, Lecture Notes in Mathematics, SIAM-Proceedings of a SIMS Conference on Energy*, 1976.
- Hogan W.W.** Project Independence Evaluation System Integrating Model. Office of Quantitative Methods, Federal Energy Administration, 1974.
- Hudson E.A., Jorgenson D.W.** The US energy policy and economic growth, 1975–2000, *Bell Journal of Economics and Management Science* – 1974. – Vol. 5. – No. Autumn. – P. 461–514.
- Van der Voort E.** The EFOM 12C energy supply model within the EC modeling system, *Omega*. – 1982. – Vol. 10. – Issue 5. – P. 507–523.
- Voß A., Schlenzig C. and Reuter A.** MESAP III: A tool for energy planning and environmental management – history and new developments. *Advances in System Analysis: Modelling Energy-Related Emissions on a National and Global level*, Hake J.Fr., Kleemann M., Kuckshinrichs W., Martinsen D., Walbeck M. (Eds):, Konferenzen des Forschungszentrum Jülich, Band 15, Jülich, 1995.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- Сайт ЦБ РФ** // [Http://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/print.asp?file=capital.htm](http://www.cbr.ru/statistics/credit_statistics/print.asp?file=capital.htm).
- Chateau B., Quercia N.** Assessment of very long term development of the needs of energy services: the VLEEM methodology, 2003 // http://www.iiasa.ac.at/Research/ECS/IEW2003/Papers/2003P_chateau.pdf
- The Energy Market Model of the Frisch Center.** – LIBEMOD, 2002 // www.gas-journal.ru
- The National Energy Modeling System: An Overview.** Report #:DOE/EIA-0581(2009) Release date: October 2009, Electronic document // <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/overview/index.html>
- Wade S.** Price Responsiveness in the AEO2003 NEMS Residential and Commercial Buildings Sector Models, 2003 // <http://eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/elasticity>