

УДК 338:92  
ББК 65.9(2Р)23  
С 409

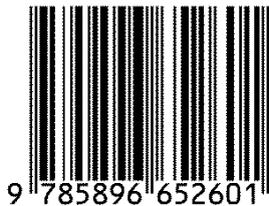
С 409 **Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов** / отв. ред. В.В. Кулешов и Н.И. Суслов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 488 с.

*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



9 785896 652601

УДК 338:92  
ББК 65.9(2Р)23

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

## Глава 6

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

## 6.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

**Модель межотраслевого баланса «затраты–выпуск».** В методике, изложенной в книге Г.Х. Баева система оценки и прогноза потребности в минеральном сырье на базе макроэкономического подхода в структурном (производственно-технологическом) аспекте реализуется на основе модели «затраты–выпуск» межотраслевого баланса (МОБ) с включением в нее отраслей «Геология и разведка недр», горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности [Баев, 1996].

Суть метода состоит в следующей посылке. Экономическая структура отражает уровень различных производственных отношений: соотношение между первичными факторами производства, удельный вес отраслей, уровень развития инфраструктуры, а также структуру ВВП. Между геологоразведочным производством<sup>1</sup> и экономической структурой существует взаимозависимость и взаимообусловленность. Главное воздействие геологического производства на экономическую структуру народного хозяйства (увеличение удельного веса горнодобывающей промышленности) оказывается через геологическую информацию о разведанных месторождениях.

Включение отраслей «Геология и разведка недр», «Горнодобывающая промышленность (собственно добыча руды)» и «Горноперерабатывающая промышленность (обогащение руды – товарная руда, концентраты и т.д.)» в модель осуществляется в экспериментальном порядке на базе отчетного (статического) МОБ в двух вариантах: ценах потребления и в ценах производителя.

Расчеты модели в общем случае осуществляются следующим образом:

На первом этапе рассчитываются матрицы прямых технологических коэффициентов после включения указанных трех отраслей в МОБ (в ценах производителя), определяется структура остальных элементов стоимости в рамках I-го, II-го и III-го квадрантов МОБ.

На втором этапе рассчитывается совокупный общественный продукт, и вычисляется структура горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности по видам полезных ископаемых с учетом геологических затрат, импорта и оплаты за природопользование.

---

<sup>1</sup> В понятие геологоразведочное производство здесь включается весь спектр геологической деятельности – от региональных фундаментальных геологических исследований до ГРП всех видов и стадий.

Далее вычисляется распределение объемов продукции горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслей промышленности по полезным ископаемым с учетом базовой структуры, откуда следует расчет потребностей в производстве конкретного полезного ископаемого (в натуральном выражении).

Абсолютная величина получаемого показателя эластичности производства от объемов требуемых минеральных ресурсов указывает на то, что уменьшение производственных расходов в любой отрасли на единицу ведет к их снижению в масштабе народного хозяйства на величину больше единицы, т.е. характеризуется мультипликативным эффектом. Оценка мультипликативного эффекта путем измерения эластичности отражает степень сложности и переплетенности межотраслевых связей, их совершенствования и развития.

За основу эксперимента был принят отчетный МОБ за 1990 г. как отражение последних более или менее стабильных межотраслевых связей и экономических отношений в народном хозяйстве. В результате включение отрасли «Геология и разведка недр» можно было осуществить только на базе методологии баланса народного хозяйства (БНХ). Кроме того, до 1994 г. отрасль «Геология и разведка недр» не выделялась в самостоятельную отраслевую группировку в общесоюзном (общероссийском) классификаторе отраслей народного хозяйства (ОКОНХ). Поскольку номенклатура отраслей в МОБ базируется на ОКОНХ, геология и разведка недр не значилась в ней. В практике управления народным хозяйством геология относилась к сфере науки, а разведка недр рассматривалась как процесс материализации капитальных вложений, направленных на воспроизводство и развитие минерально-сырьевой базы (МСБ). В системе МОБ, разрабатываемой по методологии БНХ, геологоразведочные работы на стадии создания национального продукта включались в статью «Прочие элементы чистого дохода», а при распределении вновь создаваемого продукта (конечное использование) – относились к накоплению, точнее, к приросту оборотных фондов, запасов и резервов, т.е. ГРР в МОБ по концепции БНХ всегда включались в неявной форме.

Горнодобывающая (собственно добыча руды) и горноперерабатывающая промышленность (обогащение руды) тоже не представлены в полном объеме в форме самостоятельных отраслевых группировок. Из горнодобывающей отрасли промышленности только угольная и нефтегазодобывающая выделялись в самостоятельные статистические отраслевые группировки. Добыча и обогащение всех рудных и нерудных твердых полезных ископаемых включались соответственно в черную, цветную металлургию, химическую промышленность, промышленность строительных материалов и в другие отрасли народного хозяйства. При этом процессы добычи и обогащения не разделялись. Таким образом, они отражались и в МОБ.

В связи с вышеизложенным включение отрасли геологии в МОБ 1990 г. осуществлялось принятием условного соответствия между объемами ГРР по отраслям полезных ископаемых и ГРР по отраслям материального производства. Из-за отсутствия информации о ГРР по отдельным полезным ископаемым (рудам и концентратам) в материальные затраты «Горнодобывающей отрасли (собственно добыча руды)» вошли материальные затраты предварительной и детальной разведки по отраслям полезных ископаемых «Черные металлы», так как в этой отрасли везде присутствует сырая железная и хромовая руда. В материальные затраты «Горноперерабатывающей промышленности (обогащение руды – товарная руда, концентраты)» включались материальные затраты на завершающих стадиях разведки по отраслям полезных ископаемых «Цветные и редкие металлы» и «Благородные металлы и алмазы» (без включения бокситов и нефелиновых руд). Поскольку учет материальных затрат отраслевого происхождения в геологии отсутствует, их структура определялась на базе их материально-вещественного покрытия на 70%, а остальные 30% распределены по отраслям народного хозяйства только на основе экспертной оценки.

Вместе с тем источники материальных затрат по отраслям народного хозяйства на черные, цветные и редкие металлы отсутствовали. Поэтому автор использовал существующую информацию по данным показателям в целом для черной и цветной металлургии.

При формировании валового внутреннего продукта (II квадрант МОБ) из-за отсутствия полной информации допускались некоторые условности: личное потребление складывалось из заработной платы и премий из фонда материального стимулирования, возмещение выбытия основных фондов и капитальный ремонт приравнивались амортизационным отчислениям и др. Кроме того, ВВП исчисляется в ценах производителя, но из-за отсутствия информации о транспортных и торговых наценках горнодобывающая и горноперерабатывающая промышленности включались в ценах конечного потребления.

Таким образом, к основным недостаткам рассмотренной модели можно отнести:

- использование межотраслевого баланса за 1990 г. и предположения модели о неизменности матрицы технологических коэффициентов;
- межотраслевой баланс за 1990 г. составлен по методологии БНХ;
- включение отраслей «Геология», «Горнодобывающая промышленность» и «Горноперерабатывающая промышленность» в МОБ осуществлено с использованием большого числа допущений и экспертных оценок;
- осуществление расчетов по модели в настоящее время представляется невозможным без построения современного МОБ, который если будет составляться, то по методологии СНС.

**Модель межотраслевых взаимодействий.** Модель межотраслевых взаимодействий [Яременко, 1984, 1997(а,б)] – это построенное на основе фактических данных описание структуры народного хозяйства страны на определенном историческом отрезке ее развития. Модель является как средством анализа структуры экономики, так и инструментом ее прогнозирования, а методологической основой является предположение о качественной неоднородности используемых в экономике ресурсов. Объект анализа – материально-вещественные межотраслевые пропорции, исследуемые в сопоставимых ценах. Отраслевая структура экономики в ее денежно-финансовых аспектах данными расчетами не охватывается. Конечным результатом реализации модельных построений служат взаимоувязанные показатели динамики наиболее крупных отраслей материального производства.

Центральное звено и принципиальную особенность модели составляет моделирование потоков распределения продукции отраслей, которые включают поставки в промежуточное потребление и потоки, формирующие функциональные элементы конечного продукта. Оценка параметров уравнений, связывающих изменения потоков распределения с определяющими их факторами, осуществляется регрессионными методами. В качестве воздействующих факторов выступают ресурсы, интенсивность спроса, замещение одних видов ресурсов другими, взаимозависимость отраслей при распределении ресурсов. В качестве конкретных характеристик факторов ресурсов и спроса использовались показатели валовой продукции отраслей и объемов отдельных функциональных элементов конечного продукта. Факторы дополнения и замещения были представлены соответствующими потоками распределения продукции.

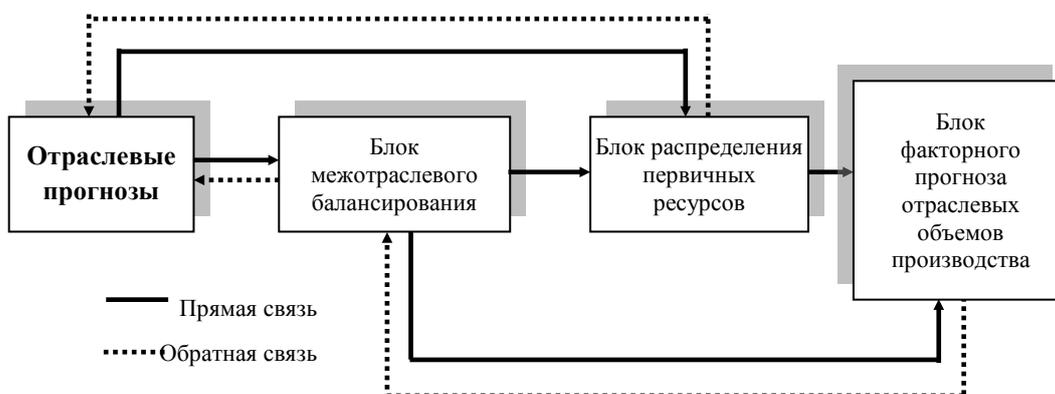


Рис. 6.1. Основные направления движения информации от системы отраслевых прогнозов к блокам структурного прогноза

В общем виде модель состоит из блоков балансировки отраслевых объемов производства, факторных расчетов отраслевых объемов производства, распределения первичных ресурсов. Принципиальная схема модели представлена на рис. 6.1. Исходные данные о прогнозе динамики продукции поступают в блок межотраслевого балансирования. Затем данные о скорректированных показателях валовой продукции попадают в блок распределения первичных ресурсов, где результаты отраслевых прогнозов относительно степени обеспеченности отдельных отраслей трудом и производственными фондами сопоставляются с соответствующими величинами потребностей при взаимоувязанной динамике отраслей, а также суммарной величиной первичных ресурсов. На рисунке показано также и обратное воздействие структурных расчетов (прерывистая линия) на узкоотраслевые показатели. После того как последний цикл оборота информации между блоками структурного прогноза завершен, сбалансированные в пределах первого блока данные о показателях продукции передаются в системы отраслевого прогнозирования. То же самое относится и к остальным блокам.

Организация структурного прогноза путем объединения результатов функционирования всех трех описанных выше блоков в полной мере реализована не была. Но следует отметить, что расчеты в рамках каждого отдельного блока могут вестись автономно и при этом давать достаточно содержательный материал для выводов.

Основными элементами модели являются:

$X_i$  – валовая продукция  $i$ -й отрасли;

$X_{ij}$  – поток продукции  $i$ -й отрасли в  $j$ -ю отрасль (в текущем производстве);

$Y_\alpha$  – объем  $\alpha$ -го функционального элемента конечного общественного продукта;

$Y_{i\alpha}$  – поток продукции  $i$ -й отрасли, формирующий  $\alpha$ -й элемент конечного общественного продукта.

Уравнения модели делятся на балансовые и уравнения потоков. В балансовую группу входят уравнения распределения валовой продукции отдельных отраслей:

$$X_i = \sum_j X_{ij} + \sum_\alpha Y_{i\alpha} \quad (i, j = 1, n; \alpha = 1, m); \quad (6.1)$$

балансовые уравнения функциональных элементов конечного общественного продукта:

$$Y_\alpha = \sum_i Y_{i\alpha} \quad (i = 1, n; \alpha = 1, m). \quad (6.2)$$

Уравнения потоков включают группу уравнений межотраслевых потоков и группу уравнений потоков, формирующих конечный продукт. Уравнения межотраслевых потоков имеют следующий вид:

$$X_{ij} = X_{ij}^o + \alpha_{ij}^i X_i + \alpha_{ij}^j X_j + \alpha_{ij}^{ik} X_{ik} + \alpha_{ij}^{lj} X_{lj}, \quad (6.3)$$

где  $X_{ij}^o$  – постоянная часть потока, не зависящая ни от каких факторов;

$\alpha_{ij}^i$  – влияние на величину потока  $X_{ij}$  объема ресурсов продукции  $i$ -й отрасли;

$\alpha_{ij}^j$  – воздействие на объем потока из отрасли  $i$  в отрасль  $j$  размеров спроса со стороны  $j$ -й отрасли;

$\alpha_{ij}^{ik}$  – влияние на величину потока  $X_{ij}$  объема потребления  $i$ -й продукции смежным потребителем, участвующим в распределении этой продукции  $k$ -й отраслью;

$\alpha_{ij}^{lj}$  – влияние на величину потока  $X_{ij}$  со стороны параллельного потока  $l$ -й отрасли, также входящего в состав материальных затрат на валовую продукцию отрасли  $j$ .

Уравнение потоков в конечный продукт имеют вид:

$$Y_{i\alpha} = Y_{i\alpha}^o + \alpha_{i\alpha}^i X_i + \alpha_{i\alpha}^\alpha Y_\alpha + \alpha_{i\alpha}^{ik} X_{ik} + \alpha_{i\alpha}^{l\alpha} Y_{l\alpha}, \quad (6.4)$$

где  $Y_{i\alpha}^o$  – постоянная часть потока продукции  $i$ -й отрасли, входящего в состав  $\alpha$ -го элемента конечного продукта;

$\alpha_{i\alpha}^i$  – влияние объема ресурсов отрасли на величину потока  $Y_{i\alpha}$ ;

$\alpha_{i\alpha}^\alpha$  – влияние объема функционального элемента конечного продукта  $Y_\alpha$ , характеризующего масштабы спроса на поток  $Y_{i\alpha}$ ;

$\alpha_{i\alpha}^{ik}$  – воздействие на поток  $Y_{i\alpha}$  размеров участия отрасли  $k$  в распределении  $i$ -й продукции;

$\alpha_{i\alpha}^{l\alpha}$  – влияние на поток  $Y_{i\alpha}$  размеров участия отрасли  $l$  в формировании  $\alpha$ -го элемента конечного продукта.

В зависимости от реализуемых расчетных схем в модель могут включаться различные экзогенные оценки некоторых переменных. Последнее эквивалентно введению соответствующих дополнительных переменных.

Модель межотраслевых взаимодействий как в своем первоначальном виде, так и в виде последующих модификаций (дезагрегированная стоимостная, натурально-стоимостная), не только допускает, но и предполагает автономную разработку отраслевых блоков и их «вживление» в модель.

Такая блочная структура модели, во-первых, делает ее достаточно универсальной, во-вторых, позволяет в рамках каждого блока учесть специфические черты отдельных отраслей и, в-третьих, открывает неограниченные возможности дальнейшего совершенствования как модели в целом, так и ее отдельных блоков (например: их сокращение, расширение, слияние отдельных блоков).

При характеристике регрессионных уравнений, включаемых в модель, вся совокупность моделируемых потоков разбивается, помимо их деления на потоки, отражаемые в I и II квадрантах баланса, еще на ряд групп. Каждую такую группу образуют либо потоки наиболее явно взаимодействующие друг с другом и образующие цепочку взаимосвязанных элементов, либо однотипные потоки, воспроизводящие одну и ту же форму факторных связей применительно к разным объектам. Главное положительное свойство такого подхода – в наглядной характеристике того пути, который проходит импульс, порождаемый частными структурными изменениями.

В I квадранте такие группы образованы путем объединения потоков, характеризующих движение вещественно однородных видов материальных ресурсов: потоков конструкционных материалов, энергоресурсов, потоков, связанных с распределением и переработкой сельскохозяйственного сырья, и примыкающим к ним транспортных потоков. Уравнения потоков, формирующих функциональные элементы конечного продукта, по принципам моделирования не отличаются от уравнений потоков I квадранта. Во II квадранте – это потоки продукции, имеющей общую сферу потребления: формирующие фонд личного и общественного потребления, образующие капитальные вложения, формирующие экспорт и импорт.

Модель межотраслевых взаимодействий построена на базе укрупненного межотраслевого баланса в той классификации, в которой он использовался для анализа межотраслевых связей, т.е. включающей 18 ( $n = 18$ ;  $i, j = 1, n$ ) отраслей материального производства и 10 ( $m = 10$ ;  $\alpha = 1, m$ ) элементов конечного общественного продукта за 1960–1980 гг. В ряде случаев использовалась информация за более ранние годы и за более короткие промежутки времени.

Для информационного обеспечения модели была проведена работа по построению укрупненных межотраслевых балансов. Балансы составлялись за каждый год с 1950 по 1975 год. При построении балансов были использованы архивные материалы различных ведомств и отраслевых научно-исследовательских институтов, а также результаты разработок отдельных исследователей, опубликованные в статьях и монографиях. Кроме того, использовались материалы стоимостных и натуральных отчетных межотраслевых балансов СССР за 1959 г. и 1972 г.

Существенная часть информации, необходимая для составления межотраслевых балансов, в прямом виде отсутствовала и получалась кос-

венным путем с помощью разного рода балансовых расчетов [Яременко, 1984, 1997]. Например, при расчетах по химической промышленности сведения о потреблении пластмасс в машиностроении были получены в результате обобщения данных отдельных монографических источников, в ряде случаев были использованы экспертные оценки изменений отдельных коэффициентов затрат, а некоторые коэффициенты принимались неизменными.

Балансы составлялись в ценах потребления, как и имеющиеся отчетные балансы ЦСУ СССР. В качестве сопоставимых цен были выбраны цены 1958 г., поскольку наиболее продолжительный ряд балансовых показателей имелся именно в этих ценах.

В расчетах в пределах имевшихся возможностей проводился принцип «чистых отраслей». Для реализации этого принципа была проведена работа по построению нескольких матриц, отражающих взаимосвязь двух разделов производства: по отраслям и по отдельным видам хозяйственной деятельности.

Базовый вариант модели включал около 70 уравнений. Для ряда отраслей моделировался только один важнейший поток распределения. Небольшое число моделируемых потоков на основе выделения главных из них сделало модель более «чувствительной» к изменению отдельных потоков или элементов конечного спроса. Это позволило нагляднее оценить количественно важнейшие взаимосвязи между основными процессами, более четко проследить меру воздействия перемен в одной сфере на развитие других и всей системы в целом. В то же время несколько снизилась устойчивость решения модели. Ошибка в уравнении для некоторого элемента в меньшей степени погашается другими составляющими.

В рамках балансово-эконометрической модели межотраслевых взаимодействий (блок первичных ресурсов) была разработана иерархическая модель поэтапного распределения рабочей силы [Яременко, 1984], дополненная отраслевыми моделями спроса, позволяющая подойти к решению вопросов увязки объема и отраслевой структуры ресурсов рабочей силы с объемом и структурой валового общественного продукта.

Модель поэтапного распределения рабочей силы основана на выделении приоритетных отраслей и отраслей компенсаторов на различных уровнях распределения. На первом уровне распределяется вся сумма ресурсов, на втором – за вычетом занятых в компенсирующих отраслях первого уровня распределения, на третьем – за вычетом занятых в отраслях первого и второго уровней распределения и т.д.

Реализованная процедура верификации указанной модели позволяет выделить две совокупности распределяемых ресурсов. Режим А – условия относительного дефицита в ресурсах рабочей силы – это совокупность темпов прироста народнохозяйственных ресурсов ниже «среднего» значения за пе-

риод. Режим В – относительно благоприятные условия – совокупность темпов прироста народнохозяйственных ресурсов, превышающих это «среднее» значение. «Среднее» значение в наиболее простом варианте есть математическое среднее значение приростов или значение тренда данного показателя.

Для каждой совокупности формируются соответствующие наборы темпов прироста отраслевой занятости. Далее анализируется эластичность отраслевой занятости на изменение средних значений распределяемых ресурсов (первая характеристика ранга приоритета) и эластичности последней к годовым колебаниям народнохозяйственных ресурсов рабочей силы в каждом из указанных режимов (вторая характеристика ранга).

В общем виде динамику потока рабочей силы в отрасль ( $l_i$ ) можно представить в следующем виде:

$$l_i = \alpha_o^+ + \alpha_o^- + \alpha_1^+ (\sum l_i) + \alpha_1^- (\sum l_i) + \xi_i, \quad (6.5)$$

где  $\alpha_o^+$ ,  $\alpha_o^-$  – компонента уровня (дает характеристику некоторого базисного режима минимально необходимых темпов увеличения отраслевой занятости при тех или иных экономических условиях);

$\alpha_1^+$ ,  $\alpha_1^-$  – оценки параметров при приростах суммарного объема ресурсов рабочей силы в двух условиях обеспеченности ими;

$\xi_i$  – случайная компонента.

Для потребителей с высоким рангом приоритета характерно, что в уравнении параметры  $\alpha_1^+$ ,  $\alpha_1^-$  несущественны или  $\alpha_1^- > \alpha_1^+$  при  $\bar{l}_i^+ \leq \bar{l}_i^-$ .

Для отраслей со средним рангом приоритета оценки  $\alpha_1^+$ ,  $\alpha_1^-$  различаются обычно несущественно. Это связано с тем, что последние реагируют на изменение условий как в целом (это отражается на различиях в средних уровнях  $\bar{l}_i^+$ ,  $\bar{l}_i^-$ ), так и на годовые изменения в различных условиях примерно одинаково.

Указанная модель, отражая процессы межотраслевого распределения и перераспределения ресурсов рабочей силы, позволяет осуществлять прогноз отраслевой занятости на среднесрочный период. Однако поскольку реальная отраслевая динамика численности занятых определяется набором факторов, лежащих как на стороне предложения рабочей силы, так и на стороне спроса, модель должна быть дополнена результатами моделирования производственного спроса на рабочую силу со стороны основных производственных факторов.

Спрос на рабочую силу моделируется в виде  $l_i = f'(x_i, \phi_i)$ . Таким способом он определяется в ряде макроэкономических моделей. При опре-

делении потенциального спроса на рабочую силу на уровне отраслей можно оперировать не только валовой продукцией ( $x_i$ ) и основными производственными фондами ( $\phi_i$ ), но и показателями производительности ( $x_i/l_i$ ) и фондовооруженности труда ( $\phi_i/l_i$ ). Возможен выбор и различных вариантов функций спроса, например  $l_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \alpha_2 \phi_i$ . В качестве переменной, выражающей производственный спрос на рабочую силу, может выступить, помимо обобщающих характеристик ( $x_i, \phi_i$ ), и динамика поставок сырья. Последняя, в некоторых отраслях, являясь характеристикой загрузки производственных мощностей, определяет не только темпы прироста валовой продукции, но и изменения в занятости.

Таким образом, принципиальная особенность разработанной многосекторной модели, по сравнению с другими балансовыми построениями, – в моделировании и прогнозировании межотраслевых связей. Наряду с показателями межотраслевых связей моделируются и важнейшие потоки, формирующие отдельные функциональные элементы конечного общественного продукта. Однако статистические методы предполагают построение серии межотраслевых таблиц за достаточно продолжительный период времени. Автором методики (Ю.В. Яременко) проведена уникальная работа по созданию информационной базы: построены таблицы МОБ за 25–30 лет, составленные по укрупненной номенклатуре отраслей.

Отсутствие в номенклатуре отраслей добычи, обогащения и переработки минерального сырья не позволяет решить напрямую задачу оценки мультипликационного эффекта упомянутых отраслей на конечный продукт.

**Многофакторная модель макроэкономической оценки ресурсного потенциала и анализа уровня его использования.** Предложенная методика [Клоцвог, Кушникова, 1999] была разработана для оценки ресурсного потенциала, и ее основу составляет положение о том, что эмпирическую макроэкономическую оценку ресурсного потенциала региона нельзя получить из непосредственного наблюдения и анализа тех или иных параметров экономики региона. Это связано, прежде всего, с тем, что показатели конечного продукта или национального дохода региона представляют собой интегральный результат функционирования большого числа его разнородных и несоизмеримых природных и экономических ресурсов. Одним из направлений поиска является нахождение соответствующих оценок с помощью применения многофакторных эконометрических моделей.

В общем виде такая модель может быть сформулирована следующим образом:

$$Y = \sum_i l_i R_i + Z, \quad (6.6)$$

где  $Y$  – конечный продукт (или национальный доход);  $R$  – количество ресурсов вида  $i$ ;  $l_i$  – частная эффективность ресурса;  $Z$  – конечный продукт (национальный доход), полученный за счет прочих факторов.

При этом вводится понятие частной эффективности. В отличие от общей эффективности того или иного ресурса, представляющего собой отношение всего конечного продукта к данному виду ресурса ( $Y/R_i$ ) (такими показателями являются, например, традиционно исчисляемые показатели производительности труда или фондоотдачи), показатели частной эффективности характеризуют отношение лишь части национального дохода, созданной именно с помощью данного ресурса, к величине соответствующего ресурса ( $Y_i / R_i$ ). При этом  $Y_i = d_i Y$ , где  $d_i$  – вклад ресурса в создание конечного продукта или национального дохода.

Параметры частной эффективности ресурсов ( $l_i$ ) могут быть исчислены лишь эконометрическим путем, как усредненная характеристика из некоторого множества эмпирически наблюдаемых точек. Для исследуемой проблемы частная эффективность ресурса может быть получена, как усредненная среднероссийская характеристика, полученная из наблюдения множества соответствующих данных по отдельным регионам России.

Однако авторы [Клоцвог, Кушникова, 1999] полагают, что решать эту задачу предпочтительно не традиционными методами статистического моделирования, а методами линейного программирования. В этом случае задача формулируется следующим образом. Для каждого региона формулируется следующая многофакторная линейная функция:

$$Y_r = \sum_i l_i R_i^r + Z^r, \quad (6.7)$$

где  $Y_r$  – конечный продукт (национальный доход) региона  $r$ ;  $R_i^r$  – количество ресурсов вида  $i$  в регионе  $r$ ;  $l_i$  – среднероссийский показатель частной эффективности ресурса  $i$ ;  $Z_r$  – часть конечного продукта региона  $r$ , полученная за счет прочих факторов.

С помощью симплекс-метода находятся значения параметров, обеспечивающие экстремальную величину следующей критериальной функции:  $\sum_r Z^r \rightarrow \min$ .

Применение методов линейного программирования в данном случае имеет то существенное преимущество, что автоматически обеспечивается положительность полученных параметров  $l_i$ , что соответствует их физическому смыслу.

Исходная многофакторная функция может быть преобразована в ее структурную модификацию, характеризующую многофакторную зависимость доли конечного продукта (или национального дохода) в соответствующем общероссийском показателе от доли отдельных ресурсов региона в

общероссийском объеме соответствующих ресурсов. Действительно, если обе части уравнения (6.7) разделить на  $\sum_r Y_r$ , т.е. на общероссийский объем конечного продукта, получим:

$$Y_r / \sum_r Y_r = \sum_i l_i \left[ \left( R_i^r / \sum_r Y_r \right) \right] + \left( Z^r / \sum_r Y_r \right). \quad (6.8)$$

Подставив в уравнение (6.8) вместо  $l_i$  его значение  $d_i \left( \sum_r Y_r / \sum_r R_i^r \right)$ , получим:

$$Y_r / \sum_r Y_r = \sum_i d_i \left[ \left( R_i^r / \sum_r R_i^r \right) \right] + \left( Z^r / \sum_r Y_r \right). \quad (6.9)$$

В данном виде уравнение выражает зависимость доли региона в общероссийском объеме конечного продукта (или национального дохода) от региональной структуры ресурсов. На основе этих данных также можно сформулировать аналогичную задачу линейного программирования с критериальной функцией:

$$\sum_r Z^r / \sum_r Y_r \rightarrow \min. \quad (6.10)$$

Решение этой задачи позволяет определить параметры  $d_i$ , характеризующие долю каждого из ресурсов в создании конечного продукта (или национального дохода) в среднем по России.

Если расчет проведен на основе структурной модификации функции и определены параметры  $d_i$ , то находится величина параметров частной эффективности ресурсов и функция

$$l_i = d_i \left( \sum_r Y_r / \sum_r R_i^r \right). \quad (6.11)$$

Пользуясь изложенными выше подходами, авторы провели цикл расчетов по 11 крупным регионам России за 1990, 1993 и 1995 годы<sup>1</sup>.

Использовалась следующая информация: 1) территория, 2) экономически активное население, 3) основные производственные фонды, 4) добыча нефти, 5) добыча газа, 6) добыча угля, 7) выплавка стали, 8) производство цветных металлов, 9) продукция сельского хозяйства, 10) продукция лесной промышленности, 11) протяженность железных и автомобильных дорог.

<sup>1</sup> Исследование проводилось на данных официально публикуемых Госкомстатом России в разрезе регионов за 1990, 1993, 1995 годы.

Для расчетов выбрана структурная модификация макроэкономической модели (6.9), с тем чтобы сразу определить долю каждого из ресурсных факторов. По каждому виду ресурсов были рассчитаны показатели его региональной структуры  $R_r^t / \sum_r R_i^r$ . Ввиду отсутствия данных о регио-

нальной структуре основных фондов по годам и принимая во внимание допущение о неизменности в целом по Российской Федерации объемов основных производственных фондов в сопоставимых ценах за исследуемый период, для расчетов были использованы данные Госкомстата РФ за 1987 г. Отсутствовали также данные о численности экономически активного населения по регионам за 1990 г., поэтому для данного года были приняты показатели экономически активного населения за 1992 г. В качестве показателя конечного результата использовались данные о конечном продукте регионов, по которым также были определены показатели региональной структуры  $Y_r / \sum_r Y_r$ . При этом показатели конечного продукта оп-

ределялись по результатам расчетов межотраслевых балансов по регионам и пересчитывались во внешнеторговые цены, которые более точно отражают конечный результат экономического развития. В качестве критериальной функции минимизировалась доля конечного продукта, полученного за счет прочих факторов.

Исследованные факторы достаточно полно раскрывают воздействие ресурсного потенциала на величину конечного продукта. Как показали расчеты, на долю прочих факторов приходится в 1990 г. лишь 8,1%, в 1993 г. – 6,1% (с учетом фактора территории – 7,2%).

Таким образом, выделяются следующие характеристики реализации методики:

- ввиду отсутствия ряда данных делались существенные допущения при составлении информационной базы модели;
- используется региональный валовой продукт, а совокупный продукт определяется как сумма региональных. Однако показатели эффективности ресурсов рассчитываются в среднем по России;
- использование симплекс-метода позволяет определять оценки в «точке», но не позволяет учесть динамику и изменение структуры производства.

**Сопоставительный анализ существующих подходов.** Анализируя существующие методические подходы, можно заключить, что их реализация в настоящее время сдерживается отсутствием соответствующей информационной базы.

Построение моделей, основанных на межотраслевых балансах, фактически невозможно ввиду отсутствия их официально опубликованных версий. Самостоятельное экспертное построение межотраслевых балансов – крайне трудоемкий процесс, неопределенность результатов которого

увеличивается в связи с проблемами достоверности государственной статистики. Кроме того, минерально-сырьевой сектор не включен в построение межотраслевых балансов в качестве отдельной отраслевой категории. Это приводит к тому, что включение минерально-сырьевого сектора в данные модели сопряжено со значительными экспертными допущениями.

Методы, основанные на математическом программировании, в свою очередь, не позволяют учесть динамические характеристики взаимодействия отраслей и избежать усреднения показателей вклада добывающих отраслей в валовой продукт экономики. Данный подход не позволяет определить будущую структуру экономики и ее изменение в результате реализации различных отраслевых программ.

Таблица 6.1

## Сопоставительный анализ методик

Положительные стороны использования метода	Недостатки и сложности в использовании метода
<b><i>Определение потребности в минеральном сырье на основе модели МОБ</i></b>	
Разработаны методологические подходы к включению отраслей «Геология», «Горнодобывающая промышленность» и «Горноперерабатывающая промышленность» в межотраслевой баланс.	Информационная база: межотраслевой баланс за 1990 г. и предположения модели о неизменности матрицы технологических коэффициентов. Межотраслевой баланс за 1990 г. составлен по методологии Баланса народного хозяйства. Включение отраслей «Геология», «Горнодобывающая промышленность» и «Горноперерабатывающая промышленность» в межотраслевой баланс осуществлено с использованием большого числа допущений и экспертных оценок. Расчеты по модели в настоящее время невозможны без построения современного межотраслевого баланса.
<b><i>Модель межотраслевых взаимодействий</i></b>	
Моделируются и прогнозируются межотраслевые связи и важнейшие потоки, формирующие функциональные элементы конечного продукта. Наглядно характеризуются пути, которые проходит импульс, порождаемый частными структурными изменениями. Блочный характер модели позволяет уточнять и конкретизировать связи на уровне отдельных блоков и отраслевых подблоков, в том числе с помощью моделирования отраслевых производственных функций.	Эконометрические методы разработки прогнозного межотраслевого баланса предполагают построение серии межотраслевых таблиц по укрупненной номенклатуре отраслей за достаточно продолжительный период времени. Невозможность прямой оценки мультипликационного эффекта добычи, обогащения и переработки концентрата на конечный продукт.
<b><i>Многофакторная модель макроэкономической оценки ресурсного потенциала</i></b>	
Используются общедоступные данные, публикуемые статистическими органами. Учитывается региональный аспект и вклад региона в эффективность использования ресурсов в целом по стране.	Ввиду отсутствия ряда данных делались существенные допущения при составлении информационной базы модели. Используется региональный валовой продукт, а совокупный продукт определяется как сумма региональных. Показатели эффективности ресурсов рассчитываются в среднем по России. Использование симплекс метода позволяет сделать оценки в «точке», но не позволяет учесть динамику и изменение структуры производства.

Результаты сравнения положительных сторон рассмотренных методов и трудностей их реализации в настоящее время для решения задачи оценки мультиплицирующего эффекта добычи полезных ископаемых на экономику сведены в табл. 6.1.

Вместе с тем публикуемая государственная и международная статистика содержит достаточно объемные данные по добыче полезных ископаемых, их использованию в отраслях материального производства, влиянию добывающих отраслей на занятость в экономике и др. Поэтому необходима разработка новой методики оценивания мультипликативного эффекта межотраслевого взаимодействия минерально-сырьевого сектора на другие сектора экономики, преодолевающей существующие информационные ограничения и опирающейся на общедоступную экономическую статистику. Нахождение соответствующих оценок мультипликаторов наиболее предпочтительно производить с помощью применения многофакторных эконометрических моделей, которые позволят учесть и динамические аспекты межотраслевого взаимодействия различных отраслей экономики. Кроме того, использование многофакторных регрессионных зависимостей позволяет также и решать вопрос прогнозирования межотраслевого влияния минерально-сырьевого комплекса на валовой продукт и отраслевую структуру экономики.

## **6.2. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ ОБЩЕДОСТУПНОЙ СТАТИСТИКИ**

**Методические подходы и основная гипотеза моделирования.** Основной гипотезой предлагаемой модели является существование межотраслевых взаимодействий добычи и переработки полезных ископаемых, проявляющихся в изменении валового внутреннего продукта экономики.

Макроэкономический подход используется здесь для оценки роли минерально-сырьевого сектора в экономике страны. Вследствие этого конечная продукция (ВВП) предопределяется объемами добычи и переработки минерального сырья по следующей схеме: минерально-сырьевой сектор → перерабатывающая промышленность → валовой внутренний продукт. Таким образом, ВВП рассчитывается как результат мультипликации экономического эффекта по технологическим цепочкам в отраслях (секторах) экономики от добычи полезных ископаемых до конечного производителя и потребителя.

На рис. 6.2 представлен ориентированный граф программы необходимых работ в рамках реализации предложенной методики оценки роли минерально-сырьевого комплекса в межотраслевом взаимодействии.

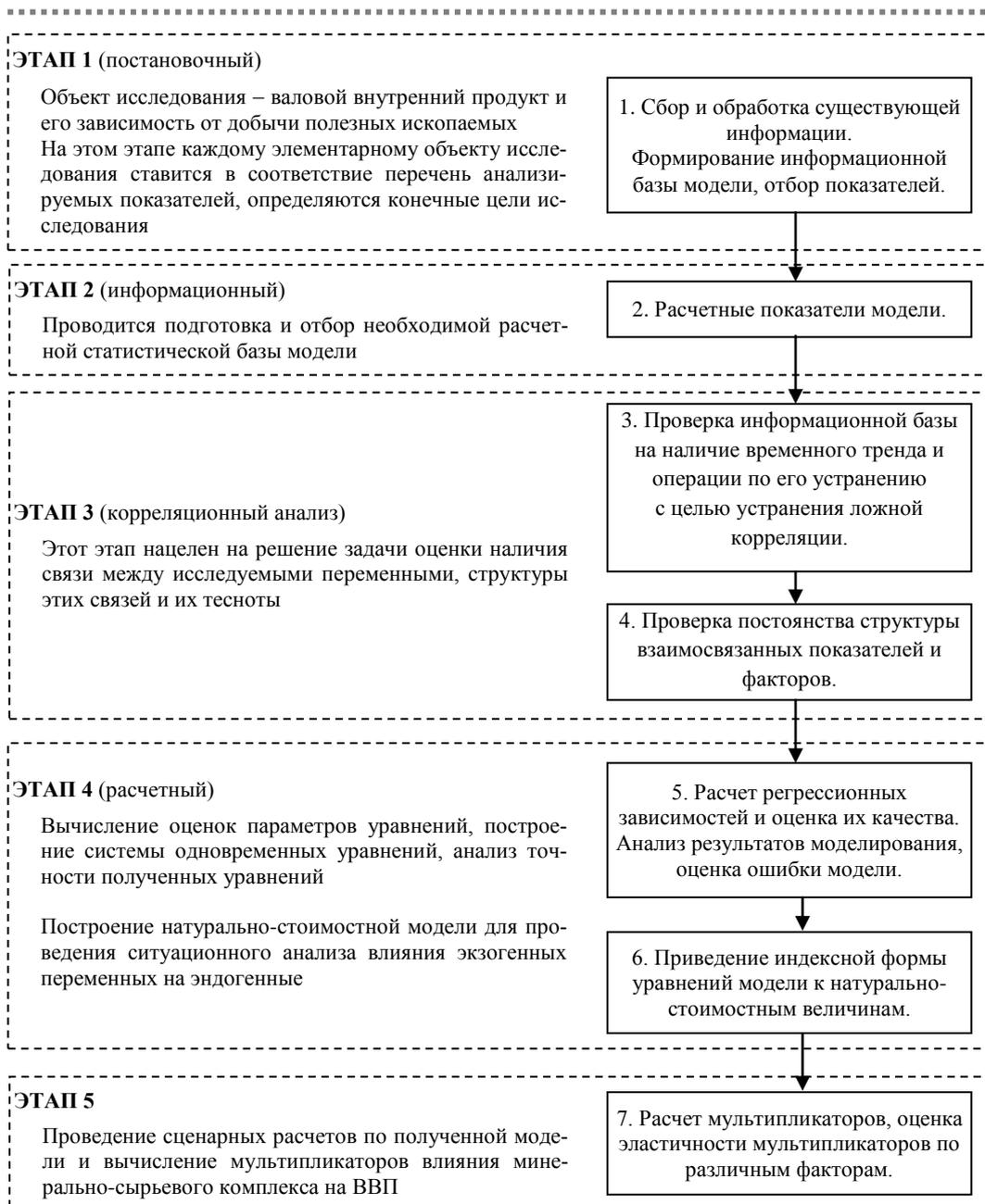


Рис. 6.2. Ориентированный граф программы необходимых работ

**Информационная база.** Информационной базой исследования послужила статистика макроэкономических показателей, публикуемая правительственными организациями, где представлена подробная информация по различным направлениям работы минерального сектора различных стран и их экономики в целом как в натуральных показателях (объем добычи отдельных полезных ископаемых, объемы перевозки грузов различными

видами транспорта, индексы физического объема промышленного производства и др.), так и в стоимостном выражении (объем валового внутреннего продукта, производство отдельных отраслей и др.) в текущих и постоянных ценах. Также представлена статистика занятости в минерально-сырьевом комплексе, в том числе по добыче отдельных полезных ископаемых, почасовая оплата труда и другие данные.

Основной эндогенной переменной в данном исследовании выступает объем валового внутреннего продукта либо промышленного производства.

В качестве экзогенных факторов используются объем добычи металлических, неметаллических полезных ископаемых, нефти, газа и угля (в натуральных показателях). Кроме того, в качестве экзогенных и объясняющих переменных используются объем валового внутреннего продукта, генерируемого секторами добычи металлов, неметаллов и топлива – нефти, газа и угля в млн долл. либо млн руб., в постоянных ценах.

Для оценки влияния вышеназванных показателей на другие отрасли промышленности используются следующие данные, представленные в виде динамических рядов за 10–15 лет:

- для перерабатывающей промышленности – переработка полезных ископаемых как фактор валового продукта отрасли;
- для строительства – затраты строительных материалов при добыче минерального сырья и его переработке как фактор валового продукта отрасли;
- для транспорта – объем перевозок минерального сырья и продуктов его обогащения и переработки по железным дорогам и водным транспортом, в тоннах перевезенных грузов;
- для электроэнергетики – потребление горнодобывающей промышленностью электроэнергии, потребление энергетическим сектором страны угля, нефти и газа;
- для оптовой и розничной торговли – объем добываемых металлических, неметаллических полезных ископаемых и горючих материалов и объем валового внутреннего продукта, генерируемого секторами добычи металлов, неметаллов и топлива;
- для сектора неправительственных услуг – объем добываемых металлических, неметаллических полезных ископаемых и горючих материалов и объем валового внутреннего продукта, генерируемого секторами добычи металлов, неметаллов и топлива.

Первоначальные данные были подвергнуты преобразованию с целью исключения влияния эффекта временного тренда и исключения ложной корреляции показателей. Все данные как в натуральных показателях, так и в стоимостных преобразовываются в индексы базового года либо цепные индексы. Данный этап позволяет исключить из моделей не только имеющиеся временные тренды, но и эффект масштаба переменных. После этого повторно проводится проверка на предмет наличия в полученных индексных показателях временных трендов. В дальнейшем построение эконометрических уравнений осуществляется с использованием индексных показателей.

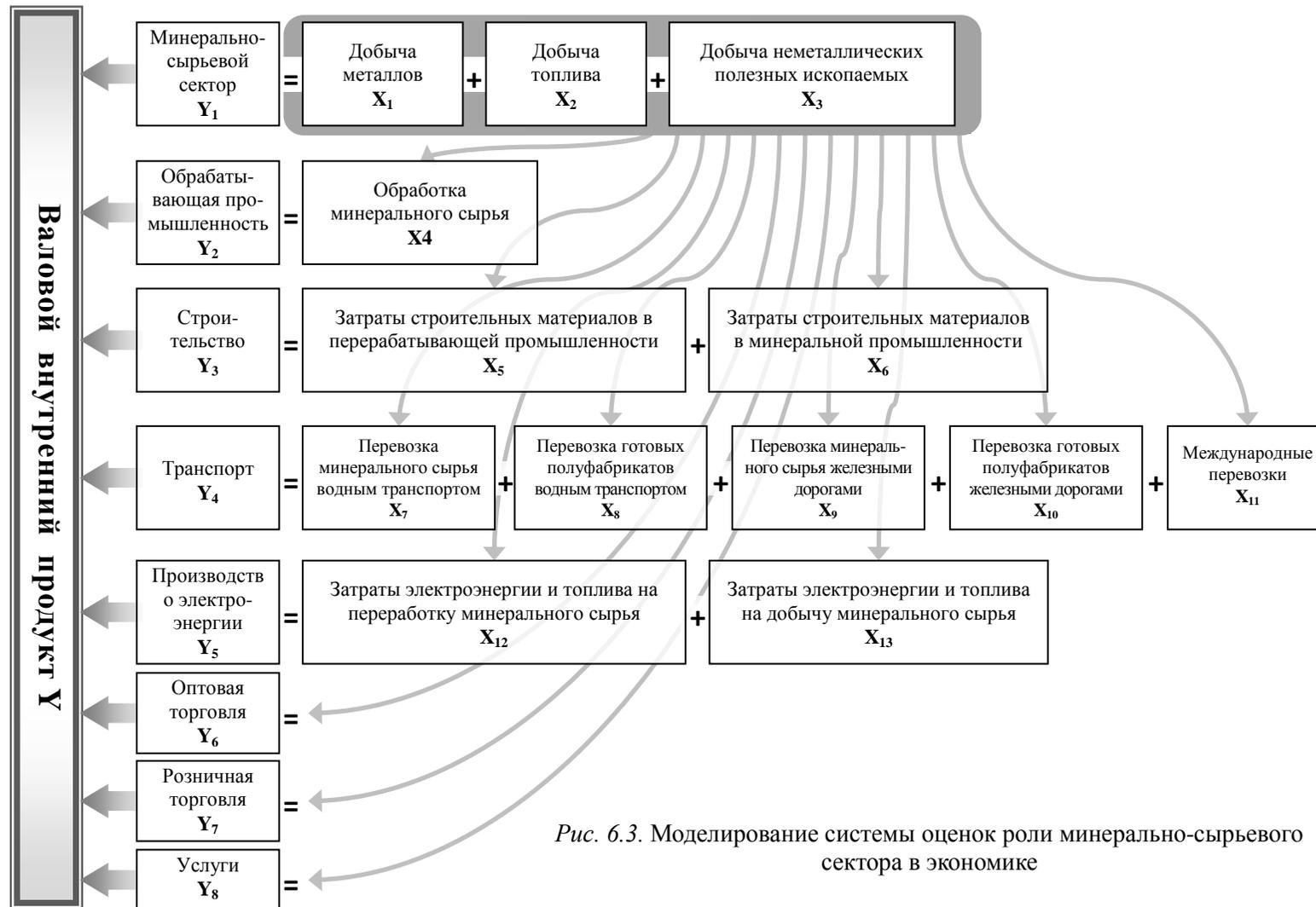


Рис. 6.3. Моделирование системы оценок роли минерально-сырьевого сектора в экономике

После этого проводится предварительный анализ структуры валового внутреннего продукта на предмет ее изменения во времени. Это необходимо для оценки достоверности анализа и использования показателей структуры валового продукта любого временного среза. Проверка проводится с помощью расчета коэффициентов ранговой корреляции различных временных сечений структуры валового внутреннего продукта. В случае постоянства структуры в дальнейшем исключается моделирование каждого конкретного периода.

Общая схема модели представлена на рис. 6.3. Первоначально предполагалось осуществить построение рекурсивной модели с включением всех промежуточных факторов, указанных на схеме. Система уравнений первоначальной модели может быть записана следующим образом:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \sum_1^3 a_i x_i + b_1, \\
 Y_2 &= c x_4 + b_2, \\
 Y_3 &= \sum_5^6 d_i x_i + b_3, \\
 Y_4 &= \sum_7^{11} e_i x_i + b_4, \\
 Y_5 &= \sum_{12}^{13} f_i x_i + b_5, \\
 Y_6 &= \sum_1^3 g_i x_i + b_6, \\
 Y_7 &= \sum_1^3 h_i x_i + b_7, \\
 Y_8 &= \sum_1^3 k_i x_i + b_8, \\
 X_{n=[4;13]} &= \sum_1^3 p_i^n x_i + q^n, \\
 Y &= \sum_1^8 Y_j,
 \end{aligned} \tag{6.12}$$

где  $X_1$  – добыча металлов,  $X_2$  – добыча топлива,  $X_3$  – добыча неметаллических полезных ископаемых,  $X_4$  – обработка минерального сырья,  $X_5$  – затраты строительных материалов в перерабатывающей промышленности,  $X_6$  – затраты строительных материалов в минеральной промышленности,  $X_7$  – перевозка минерального сырья водным транспортом,  $X_8$  –

перевозка готовых полуфабрикатов водным транспортом,  $X_9$  – перевозка минерального сырья железными дорогами,  $X_{10}$  – перевозка готовых полуфабрикатов железными дорогами,  $X_{11}$  – международные перевозки,  $X_{12}$  – затраты электроэнергии и топлива на переработку минерального сырья,  $X_{13}$  – затраты электроэнергии и топлива на добычу минерального сырья,  $Y_i$  – отраслевые показатели валового продукта,  $Y$  – валовой внутренний продукт.

Однако получить полную систему значимых зависимостей не удалось. Кроме того, усложнение модели привело к сложностям с интерпретацией результатов. В связи с этим с целью упрощения общей модели промежуточные уравнения были исключены из дальнейшего процесса.

**Система уравнений модели.** По полученным результатам моделирования в дальнейшем уравнения зависимостей строились «напрямую»: объем производства обрабатывающей промышленности в целом как функция от экзогенных переменных модели – *объема добычи металлов, неметаллов и топлива*. Общая схема окончательной модели представлена на рис. 6.4.

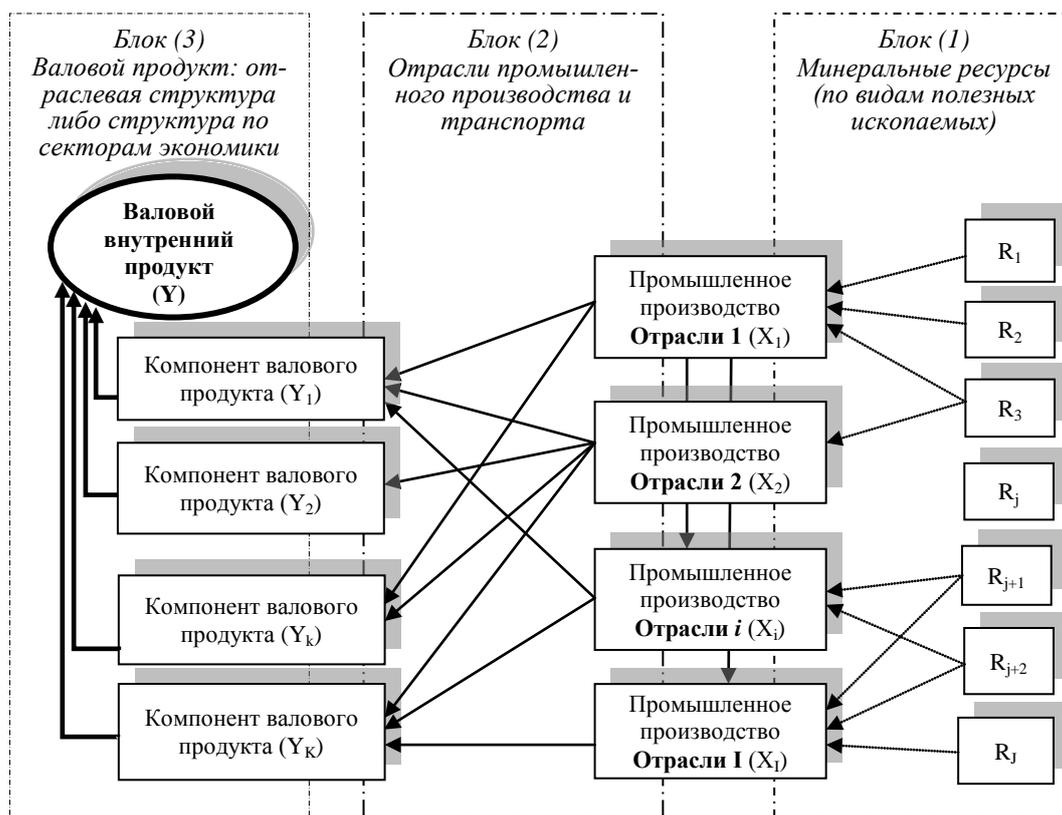


Рис. 6.4. Моделирование системы оценок роли минерально-сырьевого сектора в экономике страны

Модель состоит из трех основных блоков. В первом решаются задачи моделирования влияния добычи минеральных ресурсов (по видам полезных ископаемых) на промышленное производство обрабатывающих отраслей. В качестве последних выступают черная и цветная металлургия, электроэнергетика, транспорт, машиностроение и др. Во втором блоке моделируется влияние обрабатывающих отраслей друг на друга и компоненты валового продукта. В завершающем третьем блоке происходит суммирование модельных компонентов валового внутреннего продукта в совокупный валовой продукт экономики. Таким образом, моделируется межотраслевое прохождение импульса, задаваемого в добывающих отраслях, на другие отрасли и экономику в целом.

$$X_i = \sum_j a_j R_j + b_i, \quad (6.13)$$

$$Y_k = \sum_i m_i X_i + n_k, \quad (6.14)$$

$$Y = \sum_k Y_k, \quad (6.15)$$

где  $R_j$  – объем добычи полезного ископаемого вида  $j$ ,  $X_i$  – объем промышленного производства отрасли  $i$ ,  $Y_k$  – компоненты валового внутреннего продукта,  $Y$  – валовой внутренний продукт.

С помощью статистических методов проводится расчет регрессионных зависимостей валового внутреннего продукта отраслей: добывающей, обрабатывающей, строительства, транспорта, электроэнергетики, торговли и сектора услуг, от экзогенных переменных: объемов добычи черных и цветных металлов, нефти, газа и угля, драгоценных и полудрагоценных металлов.

Расчеты зависимостей производились по двум направлениям: с использованием натуральных и стоимостных показателей. Первоначально в рамках предложенной модели в качестве экзогенных факторов выступали натуральные измерители объемов добычи металлов, неметаллических полезных ископаемых и топлива. Однако получить значимые связи в этом случае для всех моделируемых показателей не удалось. Причем в ряде случаев отсутствовала связь даже между объемом валового внутреннего продукта, произведенного в минерально-сырьевом комплексе, и физическими объемами добываемых металлов, неметаллов и топлива. Анализ корреляции валового внутреннего продукта и объема производства минерально-сырьевого комплекса с показателями среднегодовых цен на основные металлы показал значительную связь динамики первых с изменением цен на золото, железо, хром, уран, кобальт и другие металлы. В связи с высокой зависимостью объема производства горнодобывающего сектора от мировых цен на сырье дальнейшее моделирование по указанным данным производилось на базе показателей объема валового внутреннего продукта, генерируемого секторами добычи металлов, неметаллов и топлива.

Основная модель строилась на показателях объемов производства отраслей, валового внутреннего продукта и добычи полезных ископаемых в постоянных ценах. В указанных показателях учтены ценовые колебания рынка, которые в силу значительных объемов мировых рынков по большей части номенклатуры полезных ископаемых являются внешними факторами для национальных минеральных комплексов.

В альтернативном варианте предварительный анализ имеющихся данных и последующие операции с первоначальными данными не позволили избавиться от влияния временного тренда. В результате и сами анализируемые показатели оказались взаимозависимы по причине корреляции трендов. В связи с этим была осуществлена попытка перейти к цепным темпам роста. Однако по причине незначительной длины временных рядов (8 показателей цепных темпов роста) связи между первоначальными данными были потеряны.

Таким образом, было принято решение использовать показатели базовых темпов роста, но для исключения искажений взаимосвязей за счет фактора временного тренда включить во все уравнения показатель времени. Для построения модели и уточнения предположений о ее виде был проведен анализ частных корреляций преобразованных показателей базовых темпов роста валового продукта отраслей при исключении влияния эволюционной переменной времени.

Исходя из анализа полученной информации и величины связи продукта минеральной промышленности с валовыми продуктами других отраслей в дальнейшем осуществлено построение рекурсивной эконометрической модели. Поэтапное построение модели осуществлено в соответствии со связями, выявленными на предыдущем этапе.

■ Первым регрессионным уравнением в системе одновременных уравнений являлась зависимость продукта электроэнергетики от валового продукта минеральной промышленности:

$$X_3 = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 t.$$

■ Вторым блоком уравнений были регрессионные уравнения, где в качестве экзогенной переменной взят объем производства в электроэнергетике  $X_3$ , смоделированный ранее, а объясняемыми переменными выступали валовой продукт строительства и торговли, соответственно  $X_4$  и  $X_5$ :

$$X_4 = \varphi_0 + \varphi_1 \cdot X_3 + \varphi_2 \cdot t,$$

$$X_5 = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot X_3 + \gamma_2 t.$$

■ Третьим блоком регрессионных уравнений являются уравнения, в которых экзогенным фактором выступает валовой продукт строительства  $X_4$ , смоделированный на предыдущем этапе. В качестве эндогенных факторов взяты объемы производства обрабатывающей промышленности  $X_2$ , финансы и страхование  $X_7$  и услуги  $X_8$ . Общий вид полученной системы уравнений можно записать следующим образом:

$$X_2 = \varphi_0 + \varphi_1 \cdot X_4 + \varphi_2 \cdot t;$$

$$X_7 = \pi_0 + \pi_1 \cdot X_4 + \pi_2 \cdot t;$$

$$X_8 = \mu_0 + \mu_1 \cdot X_3 + \mu_2 \cdot t.$$

■ В четвертом блоке построена регрессионная зависимость валового продукта транспорта  $X_6$  от объема промышленного производства  $X_2$ :

$$X_6 = \eta_0 + \eta_1 \cdot X_2 + \eta_3 \cdot t.$$

Суммарный объем валового внутреннего продукта представлялся как сумма результатов моделирования показателей вышеуказанных блоков. Вычисления производились с использованием статистического пакета SPSS 8.0 for Windows.

**Оценка качества моделей.** В общем случае проверка величины ошибки моделирования производилась следующим образом.

Показатели валового внутреннего продукта и отраслевые значения валового продукта промышленного производства, получаемые в процессе моделирования, сравнивались с реальными данными указанных показателей. Разница между фактическими значениями показателей и моделируемыми относилась к реальным значениям, и определялось процентное значение отклонения.

Для оценки динамики ошибки моделирования производились указанные выше расчеты процентного отклонения за ряд лет. В случае увеличения отклонения фактических данных от моделируемых по мере удаления от базового года расчеты мультипликаторов производились в точке наименьшей ошибки.

Кроме того, оценка ошибки модели проводится на завершающей стадии моделирования путем сравнения стандартного отклонения результирующего показателя (ВВП) с величиной мультипликативного эффекта (алгоритм приведен в табл. 6.2).

Таблица 6.2

Алгоритм оценки ошибки ВВП

Компоненты ВВП, $Y_i$	Доля компоненты в формировании результирующего показателя ВВП, %	Среднеквадратическое отклонение по модели, $\sigma$	Результирующая величина ошибки (взвешенная дисперсия)
$Y_1$	$\omega_1$	$\sigma_1$	$D_1 = \omega_1(\sigma_1)^2$
$Y_2$	$\omega_2$	$\sigma_2$	$D_2 = \omega_2(\sigma_2)^2$
...	...	...	...
$Y_n$	$\omega_n$	$\sigma_n$	$D_n = \omega_n(\sigma_n)^2$

Суть данного метода оценки ошибки состоит в следующем. Поскольку оценка ВВП производится суммированием его основных компонентов, которые, в свою очередь, моделируются при помощи эконометрических зависимостей, оценка ошибки ВВП исчисляется путем суперпозиции ошибок слагаемых. Естественно, что в ситуации различной точности компонент ВВП результирующая ошибка определяется на основе ошибки наименее точной компоненты. Однако поскольку вклад компонент неравнозначен, соответствующие ошибки взвешиваются с учетом вклада каждой компоненты в формирование результирующего показателя (ВВП).

Соответственно дисперсия результирующего показателя ВВП рассчитывается:

$$D_Y^* = \max[ D_1, D_2, \dots, D_n ] .$$

Далее производится расчет величины стандартного отклонения для валового внутреннего продукта в стоимостном выражении:

$$\sigma_{ВВП} = Y_{\text{стоимостной}} \cdot \sqrt{D_Y^*} .$$

Таким образом, в качестве ошибки ВВП принимается доля максимальной взвешенной ошибки. В завершение производится сравнение величины мультипликативного эффекта с показателем  $\sigma_{ВВП}$ . Превышение величины мультипликативного эффекта над среднеквадратическим отклонением свидетельствует о неслучайном его характере.

**Расчет мультипликаторов добычи минерального сырья на валовой внутренний продукт.** Построив и оценив статистические связи, существующие между параметрами (экзогенными переменными), с одной стороны, и результирующими (эндогенными, т.е. формирующимися внутри и в ходе функционирования национальной экономики) переменными – с другой, можно, придавая различные значения параметрам, отслеживать соответствующие реакции на это эндогенных переменных. То есть происходит как бы многократная модельная «прогонка» различных сценариев экономического развития. Данный способ исследования можно охарактеризовать как ситуационный анализ.

Реализуя этот подход, можно произвести расчет и анализ конечного влияния добывающего сектора на валовой внутренний продукт и отдельные сопряженные с минеральным комплексом отрасли экономики.

Исходные уравнения, полученные в процессе моделирования на предыдущем этапе, «разворачивались» до натуральных показателей отраслей, входящих в расчет валового внутреннего продукта. Переход от индексных показателей к натурально-стоимостным производился с учетом анализа структуры валового внутреннего продукта на предмет взаимосвязи временных сечений (коэффициенты корреляции рангов временных срезов по структуре первоначальных данных о валовом внутреннем продукте), а также

величины и динамики ошибки модели. Так, в случае, если анализ показал отсутствие принципиальных структурных изменений в валовом внутреннем продукте, можно с высокой степенью достоверности анализировать и использовать показатели структуры валового продукта любого временного среза. В обратном случае используются начальные индексные показатели.

Непосредственно переход к натурально-стоимостным показателям осуществляется подстановкой в индексные уравнения натурально-стоимостных значений экзогенных и предопределенных переменных путем умножения их на соответствующие индексы.

Анализ полученных результатов моделирования строится на основе сценариев возможного развития экономики в случае роста производства минерально-сырьевого сектора и отдельных полезных ископаемых. Ситуация моделируется по следующим возможным сценариям:

I – увеличение добычи всех полезных ископаемых минеральным сектором промышленности на 5%;

II – увеличение добычи отдельных полезных ископаемых на 5% при постоянных показателях добычи остальных путем перебора всех полезных ископаемых и групп (например: топливные, черные металлы, цветные металлы).

Сравнивая начальное изменение объема добытых полезных ископаемых по указанным выше вариантам в стоимостном выражении с изменениями показателей отраслевого производства и валового внутреннего продукта, получаем отраслевые мультипликаторы и мультипликатор добычи полезных ископаемых на валовой продукт экономики.

Таким образом, мультипликаторы есть отношение первоначального изменения стоимости добытых полезных ископаемых (первоначальный импульс) к изменению валового продукта отраслей и валового внутреннего продукта экономики.

**Особенности методики и трудности ее реализации.** Предложенный метод оперирует относительно небольшим объемом потоков, учитывающим лишь наиболее важные взаимосвязи, что позволяет нагляднее оценить количественно и качественно главные взаимосвязи между основными процессами, четко проследить меру воздействия перемен в одной сфере на развитие других и всей системы в целом. Однако уменьшение числа моделируемых объектов сделало модель «чувствительной» к изменению отдельных потоков, снизилась устойчивость решения модели. Ошибка в уравнении для некоторого элемента в меньшей степени погашается другими составляющими.

К положительным сторонам предложенного подхода можно отнести блочный характер модели. Блочная структура позволяет конкретизировать отраслевые прогнозы и усложнять их без нарушения общей системы взаимодействия блоков.

Относительно простая структура модели дает наглядное представление пути первоначального импульса, задаваемого в первичных отраслях, на конечный продукт и позволяет рассчитать как мультипликативный эффект в целом по экономике, так и в отраслевом разрезе.

В модели используется общедоступная статистика, публикуемая статистическими органами различных стран.

Однако необходимо отметить тот факт, что модель не чувствительна к малым изменениям, что не позволяет отследить влияние отдельных проектов добычи полезных ископаемых, если их масштабы не сопоставимы хотя бы с отраслевыми. Эта ситуация может быть разрешена путем усложнения начального блока модели вплоть до построения отраслевых производственных функций, учитывающих и малые проекты, и региональные особенности их реализации.

### 6.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ

**Модель и ее информационная база.** Информационной базой модели послужила статистика макроэкономических показателей, опубликованная в Российском статистическом ежегоднике, а также в одном из иностранных источников [Российский статистический ежегодник..., 2000; Statistical..., 1999].

Основными экзогенными переменными в моделях выступали физические объемы добычи нефти, газа, угля; производство чугуна, стали и стальных труб; производство алюминия, меди, никеля; объем производства электроэнергии. В качестве показателей динамики соответствующих отраслей выступали индексы физического объема производства относительно предыдущего года.

Для оценки влияния вышеназванных показателей на другие отрасли промышленности использовались данные, представленные в виде динамических рядов за 8 лет, с 1990 по 1998 год.

Главными эндогенными переменными выступали валовой внутренний продукт и промышленное производство в целом, динамика которых и структура представлены в табл. 6.3 и 6.4. Моделирование валового внутреннего продукта проводилось по составляющим: производство товаров и чистые налоги. Валовой внутренний продукт и его составляющие в текущих ценах с помощью дефляторов были переведены в постоянные цены 1998 г. и в дальнейшем пересчитаны в цепные индексы.

Проверка первоначальных данных (цепные индексы) на наличие тренда показала отсутствие зависимости показателей от временного тренда.

Общая схема модели представлена на рис. 6.5. Система регрессионных уравнений модели выглядит следующим образом:

$$X_i = \sum_j a_j R_j + b_i, \quad (6.16)$$

$$Y_k = \sum_i m_i X_i + n_k, \quad (6.17)$$

$$Y = \sum_k Y_k, \quad (6.18)$$

$$P = \sum_i w_i X_i + v, \quad (6.19)$$

где  $R_j$  – первичные минеральные ресурсы (никель, алюминий, газ, нефть и др.);  $X_i$  – объем производства отраслей-потребителей минерального сырья (черная и цветная металлургия, топливная промышленность и др.);  $Y_k$  – функциональные компоненты валового внутреннего продукта;  $Y$  – валовой внутренний продукт;  $P$  – промышленное производство.

Таблица 6.3

## Изменение объема валового внутреннего продукта и его составляющих

Показатель	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Валовой внутренний продукт (в текущих ценах), млрд руб. (1998 – млн руб.)	644,2	1398,5	19005,5	171509,5	610745,2	1540492,8	2145655,5	2521941,5	2684538,6
Из него:									
производство товаров	392,6	864,7	9413,6	82393,7	285597,7	647679,0	896221,3	1000000,0	1056730,7
производство услуг	210,1	513,4	10020,2	79488,4	301095,0	787828,6	1072107,5	1314015,7	1415642,9
косвенно измеряемые услуги финансового посредничества	-3,1	-30,7	-763,0	-5930,0	-23845,8	-15445,8	-5162,7	-7398,5	-2108,8
чистые (за вычетом субсидий) налоги на продукты	44,6	51,1	334,7	15557,4	47898,3	120134,0	182489,4	215324,3	214273,8
Валовой внутренний продукт (в сопоставимых ценах), % к предыдущему году	97,0	95,0	85,5	91,3	87,3	95,9	96,6	100,69	95,4
Индекс-дефлятор ВВП, раз к предыдущему году	1,2	2,3	15,9	9,9	4,1	2,8	1,4	1,2	1,1

Источник: [Российский статистический ежегодник..., 1999].

Моделирование осуществлялось в три этапа.

На первом этапе с помощью статистических методов моделировались зависимости объема производства электроэнергии, топливной промышленности, черной и цветной металлургии (6.16) от экзогенных переменных: добычи нефти и газа, производства чугуна и стали, производства алюминия и никеля.

На втором этапе был произведен расчет регрессионных зависимостей составляющих валового внутреннего продукта: производство товаров, чистых налогов (6.17) и промышленного производства (6.19) от predetermined переменных: производства электроэнергии, черной и цветной металлургии, топливной промышленности.

В результате на заключительной, третьей стадии валовой внутренний продукт моделировался как сумма составляющих (6.18).

Результаты моделирования представлены в табл. 6.5 и 6.6.

Таблица 6.4

**Индексы производства продукции по отраслям промышленности,  
% к предыдущему году**

Показатель	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<b>Вся промышленность*</b>	<b>99,9</b>	<b>92</b>	<b>82</b>	<b>86</b>	<b>79</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>102</b>	<b>95</b>
Электроэнергетика	102	100,3	95	95	91	97	98	98	98
Топливная промышленность	97	94	93	88	90	99,2	99	100,3	98
Нефтедобывающая	94	90	94	91	93	96	98	101	99
Нефтеперерабатывающая	97	98	90	87	86	101	101	99,2	93
Газовая	103	101	97	95	94	99,6	99	98	100,8
Угольная	96	88	106	92	88	99	98	95	95
Черная металлургия	98	93	84	83	83	110	98	101	92
Цветная металлургия	98	91	75	86	91	103	96	106	95
Химическая и нефтехимическая промышленность	98	94	78	79	76	108	93	104	93
Машиностроение и металлообработка	101	90	85	84	69	91	95	104	93
Промышленность строительных материалов	99,1	98	80	84	73	92	83	96	94

\* С учетом поправки на неформальную деятельность.

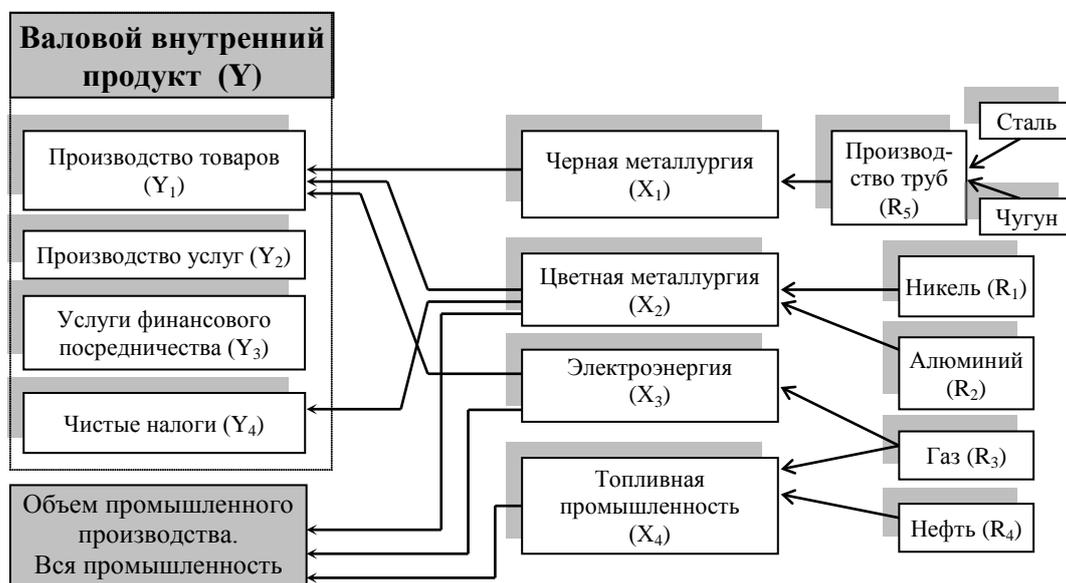


Рис. 6.5. Общая схема модели оценки влияния минерально-сырьевого сектора на экономику

Таблица 6.5

**Реализованные регрессионные модели зависимости совокупного  
промышленного производства от добычи минерального сырья**

Предопределенные переменные	Экзогенные переменные						
	Constant	Добыча нефти	Добыча газа	Добыча никеля	Sig	F	Adj. R Sq.
Электроэнергетика	-4,002		1,026		0,000	45,740	0,848
Цветная металлургия	37,038			0,590	0,012	11,328	0,564
Топливная промышленность	-60,712	0,825	0,787		0,001	27,604	0,869
Эндогенные переменные	Предопределенные переменные						
	Constant	Электроэнергетика	Цветная металлургия	Топливная промышленность	Sig	F	Adj. R Sq.
Промышленное производство	-103,850	1,142	0,319	0,579	0,001	34,576	0,926

Таблица 6.6

**Реализованные регрессионные модели зависимости отраслей, входящих  
в расчет ВВП, от результатов добычи минерального сырья**

Эндогенные переменные	Экзогенные и предопределенные переменные						
	Constant	добыча газа	добыча никеля	производство труб	Sig	F	Adj. R Sq.
Электроэнергетика	-4,002	1,026			0,000	45,740	0,848
Цветная металлургия	37,038		0,590		0,012	11,328	0,564
Черная металлургия	42,285			0,594	0,000	40,398	0,831
Предопределенные переменные	Предопределенные переменные						
	Constant	производство стали	производство чугуна		Sig	F	Adj. R Sq.
Производство труб	-57,382	2,916	-1,338		0,001	25,404	0,859
Эндогенные переменные	Предопределенные переменные						
	Constant	электроэнергетика	цветная металлургия	черная металлургия	Sig	F	Adj. R Sq.
ВВП: производство товаров	-155,891	2,461	1,264	-1,194	0,022	8,350	0,734
Эндогенные переменные	Предопределенные переменные						
	Constant	Производство алюминия			Sig	F	Adj. R Sq.
ВВП: чистые налоги	-282,318	3,650			0,006	21,451	0,773

Таблица 6.7

**Ошибки моделирования эндогенных и предопределенных переменных модели, %**

Показатель	Ошибка модели
Валовой внутренний продукт	-1,91
ВВП: производство товаров	-4,15
ВВП: чистые налоги	-3,38
Энергетика	-6,04
Цветная металлургия	27,39
Черная металлургия	2,38
Газодобывающая промышленность	-1,42

Полученная эконометрическая модель валового внутреннего продукта, величина которого определяется промышленным производством основных отраслей экономики, дает отклонения от реальных показателей ВВП в пределах 2%, производства товаров – 5%, объема чистых налогов – 4%. Общие результаты по ошибкам моделирования представлены в табл. 6.7.

Наибольшее отклонение от реальных данных дает модель динамики промышленного производства цветной металлургии, что объясняется незначительным числом факторов, вошедших в модель. В целом динамика производства цветных металлов не может быть объяснена только динамикой добычи никеля. Данная модель требует дальнейшей доработки с учетом всех факторов.

В полученных моделях все коэффициенты регрессионных уравнений значимы. Эконометрическая модель индекса промышленного производства в целом дает отклонение от действительного значения в пределах 2,8%. Величина ошибки модели существенно не изменяется в пределах моделируемого периода.

В процессе моделирования в уравнения зависимости объемов производства товаров и индексов промышленного производства в целом не вошел показатель производства алюминия, который оказался значимым только при расчете динамики чистых налогов. Такое «поведение» алюминия в модели свидетельствует о ее адекватности реальной ситуации в алюминиевой промышленности России.

В переходный период алюминиевая промышленность вошла в сферу мировой торговли – с 1992 г. поставки алюминия на экспорт в условиях резкого падения спроса внутреннего рынка на алюминиевую продукцию возросли по удельному весу в общем объеме производства с 47 до 88–90%, мощности российских алюминиевых заводов на 60% загружены сырьем иностранного происхождения вследствие дефицита в стране качественного алюминийсодержащего сырья. Вместе с тем при отношении

.....

объема производства алюминия в России к уровню США 83,07% его потребление составляет лишь 17,51% от американского. Таким образом, при преимущественном экспорте первичного алюминия без его глубокой переработки на территории страны, при импорте алюминийсодержащего сырья без развития собственной минерально-сырьевой базы и его добычи российская алюминиевая промышленность не участвует в межотраслевом взаимодействии. Отрасль не порождает роста производства в сопряженных секторах промышленности, не добавляет валового внутреннего продукта в секторах производства товаров и другой конечной продукции. Как результат – «вхождение» алюминия в модель только через чистые налоги. Фактически отрасль проводит независимую, изолированную от остальной экономики производственную деятельность.

Отдельно рассмотрим ситуацию с ролью черной металлургии и ее вкладом в динамику валового внутреннего продукта. В полученных уравнениях выявлена обратная зависимость динамики производства черных металлов и валового продукта, что выражается отрицательным знаком в приведенных уравнениях.

Дефицит черных металлов послужил причиной замедления роста капитальных вложений еще в советской экономике (см. об этом [Яременко, 1999]). В СССР постоянно воспроизводилась нездоровая зависимость инвестиционных возможностей страны от наращивания объема производства проката черных металлов. Уменьшение темпов наращивания инвестиционного потенциала вызвало снижение общих показателей народнохозяйственной динамики. Незапланированное замедление и почти полное прекращение роста производства других конструкционных материалов, связанное с объемами производства черных металлов, происходило в последние годы без координации с развитием обрабатывающих отраслей. А ограничение инвестиционного спроса привело к сужению воспроизводственной базы инвестиционного комплекса, замедлению роста инвестиционного потенциала народного хозяйства.

Анализ пореформенного развития российской металлургии [Буданов, 2000; Буданов, Кузнецов, 1997] показал, что в период 1990–1999 гг. произошло усиление структурных диспропорций в российской экономике, которые создали условия для работы металлургии независимо от общеэкономической ситуации в России. В стране приоритет получала та часть черной металлургии, которая в большей степени работала на потребности других стран, чем на национальную экономику. Одним из критериев эффективности развития предприятий была доля экспорта в структуре выпуска [Федеральная целевая программа..., 1993, 1999]. Более того, в новом варианте Федеральной целевой программы предусмотрено дальнейшее увеличение доли экспорта в структуре товарной продукции черной металлургии с 48,8 (1998 г.) до 56% (2005 г.).

Такой подход нельзя абсолютизировать несмотря на необходимость поступления валюты в страну, что наглядно подтвердилось отрицательным знаком в полученной модели. Экспортная ориентация металлургии приводит к диспропорциям в структуре производства и потребления металла<sup>1</sup>. Под влиянием спроса на западных рынках и трансформации отечественного внутреннего спроса снижение объемов выпуска сопровождалось ухудшением качества и упрощением сортамента металла, в структуре выпуска значительно возросла доля первичных переделов при резком снижении удельного веса конечных производств.

В структуре выпуска проката сокращается удельный вес сортовой конструкционной стали, уменьшается выпуск проката из специальных сталей (подшипниковой, нержавеющей, быстрорежущей и т.д.), но растет производство катанки и арматурной стали. В результате усиливается сырьевая направленность российской металлургии. Экспорт сырьевых ресурсов и узкого спектра металлопродукции (при наличии собственных мощностей по их переработке) подрывает основу отечественной металлургии и отрывает динамику объемов производства отрасли от динамики экономики страны. Вне металлургии использование данной металлопродукции (слитки, заготовки) практически невозможно. Утрата мощностей конечных производств (вне зависимости от масштабов первичных переделов) приводит к необходимости импорта для удовлетворения потребности внутреннего спроса.

Основные потребители российского металла – страны Юго-Восточной Азии и Китай. Страны с действительно высокими стандартами на металлопродукцию в основном импортируют из России металлопродукцию базовых переделов. Фактор качества в рамках данных экспортных поставок не имеет большого значения. В то же время отечественные потребители металла за последние годы существенно повысили требования к уровню качества. Это стало одной из причин расширения ввоза металла в Россию (в том числе из Италии, Германии, Японии и др.) после достижения внутренними ценами мирового уровня (1995 г.) [Буданов, 2000; Буданов, Кузнецов, 1997; Лясковская, Сиваков, 2001]. Другое следствие – углубление технологической неоднородности российской металлургии. В 1990-х годах в российской металлургии модернизировались промежуточные стадии технологического цикла, осуществлялись затраты на сертификацию продукции по западным стандартам.

Таким образом, экспорт черных металлов становится фактором не столько развития металлургии, сколько ее сдерживания и негативно влияет на динамику валового внутреннего продукта в связи со структурной несба-

---

<sup>1</sup> Специфика климатических условий предполагает значительные потребности в хладостойких сталях. Потребности в поддержании разветвленной трубопроводной сети определяют спрос на продукцию трубной промышленности, огромная территория предполагает затраты металла для отраслей транспорта.

лансированностью предложения и внутреннего спроса на металлопродукцию. Происходит то, что можно назвать анклавизацией экономики [Яременко, 1999]. При неудовлетворенном спросе внутри страны предприятия отрасли переключились на внешний рынок – перестроили не только ассортимент, но и технологию. Постепенно предприятия все больше изолируются от национальной экономической и технологической среды и становятся анклавом мирового хозяйства на российской территории. Массовый разрыв внутренних связей на уровне предприятий, появление разнокалиберных анклавов и дезинтеграция экономики на уровне отраслей создают эффект «распадающейся экономики».

**Анализ результатов моделирования.** Дальнейший анализ результатов полученных межотраслевых зависимостей строился на основе возможных вариантов развития экономики и отдельных отраслей в случае роста добычи нефти, газа, производства чугуна, стали, никеля и алюминия на 5%.

Ситуация моделировалась по следующим вариантам:

I. «Фронтальное» увеличение добычи нефти и газа, а также производства черных и цветных металлов на 5%.

II. Расчет валового внутреннего продукта ведется при 5%-м увеличении производства чугуна; расчет индекса промышленного производства ведется при 5%-м увеличении производства никеля.

III. Расчет валового внутреннего продукта ведется при 5%-м увеличении производства стали; расчет индекса промышленного производства ведется при 5%-м увеличении добычи газа.

IV. Расчет валового внутреннего продукта ведется при 5%-м увеличении производства никеля; расчет индекса промышленного производства ведется при 5%-м увеличении добычи нефти.

V. Расчет валового внутреннего продукта ведется при 5%-м увеличении добычи газа; расчет индекса промышленного производства ведется при 5%-м увеличении добычи нефти и газа.

VI. Расчет валового внутреннего продукта ведется при 5%-м увеличении производства черных металлов: чугуна и стали.

Результаты расчетов представлены в табл. 6.8 и 6.9.

Исходные уравнения были также использованы для оценки натурально-стоимостных изменений валового продукта и промышленного производства. Результаты расчетов представлены в табл. 6.10.

Указанные варианты развития экономики не являются завышенными по показателю роста. Так, по данным «Основных направлений единой государственной денежно-кредитной политики на 2001 год», представленным на рис. 6.6, предположения о 5%-м росте добычи минерального сырья и производства черных и цветных металлов представляется возможным вариантом развития событий.

Таблица 6.8

**Влияние базовых изменений производства минеральных продуктов  
на совокупный объем промышленного производства, %**

Показатель	Варианты изменения показателей модели				
	I	II	III	IV	V
Добыча нефти	5,0	–	–	5,0	5,0
Добыча газа	5,0	–	5,0	–	5,0
Добыча никеля	5,0	5,0	–	–	–
Электроэнергетика	5,13	–	5,13	–	5,13
Цветная металлургия	2,95	2,95	–	–	–
Топливная промышленность	8,06	–	3,94	4,13	8,06
<b>Промышленное производство</b>	<b>11,47</b>	<b>0,94</b>	<b>8,14</b>	<b>2,39</b>	<b>10,53</b>

Таблица 6.9

**Влияние базовых изменений производства минеральных продуктов  
на валовой внутренний продукт, %**

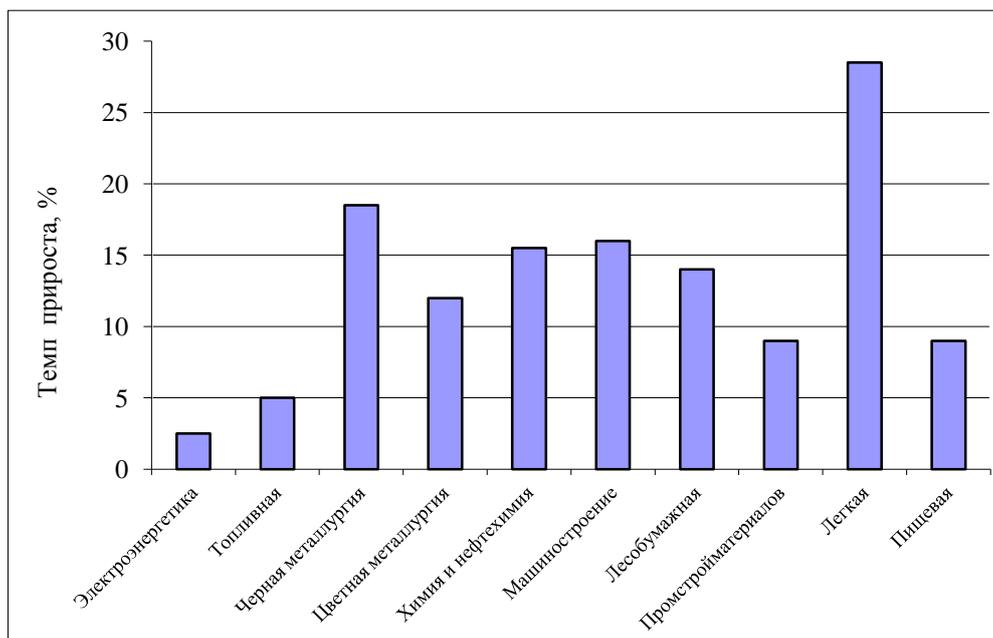
Показатель	Варианты изменения показателей модели					
	I	II	III	IV	V	VI
Добыча газа	5,0				5,0	
Добыча никеля	5,0			5,0		
Производство стали	5,0		5,0			5,0
Производство чугуна	5,0	5,0				5,0
Производство алюминия	5,0					
Электроэнергетика	5,2	–	–	–	5,2	–
Цветная металлургия	3,1	–	–	3,1	–	–
Черная металлургия	5,2	–4,4	9,6	–	–	5,2
Газовая промышленность	5,0	–	–	–	5,0	–
<b>ВВП: производство товаров</b>	<b>10,8</b>	<b>4,7</b>	<b>–10,3</b>	<b>3,7</b>	<b>12,6</b>	<b>–5,60</b>
<b>ВВП: чистые налоги</b>	<b>19,5</b>					
<b>Валовой внутренний продукт</b>	<b>5,9</b>	<b>1,9</b>	<b>–4,2</b>	<b>1,5</b>	<b>5,1</b>	<b>–2,2</b>

Таблица 6.10

**Влияние базовых изменений производства минеральных продуктов на валовой внутренней продукт\*.**

Показатель	Варианты изменения абсолютных значений показателей					
	I	II	III	IV	V	VI
Добыча газа, млрд куб. м	30				30	
Производство стали, млн т	2		2			2
Производство чугуна, млн т	2	2				2
Электроэнергетика, млрд кВт/ч	42				42	
Электроэнергетика, млн руб.	13459				13459	
Цветная металлургия, млн руб.	2490			2490		
Черная металлургия, млн руб.	5656	-4796	10451			5656
Газовая промышленность, млн руб.	1788				1788	
<b>ВВП: производство товаров, млн руб.</b>	<b>118336</b>	<b>52193</b>	<b>-113747</b>	<b>41017</b>	<b>138874</b>	<b>-61555</b>
<b>ВВП: чистые налоги, млн руб.</b>	<b>43226</b>					
<b>Валовой внутренний продукт, млн руб.</b>	<b>161563</b>	<b>52193</b>	<b>-113747</b>	<b>41017</b>	<b>138874</b>	<b>-61555</b>
<b>Мультипликатор</b>	<b>6,91</b>	<b>-10,88</b>	<b>-10,88</b>	<b>16,47</b>	<b>9,11</b>	<b>-10,88</b>

\* В ценах 1998 г.



Источник: [Основные направления ..., 2001].

Рис. 6.6. Темпы прироста производства в отраслях промышленности (январь-сентябрь 2000 г., % к соответствующему периоду 1999 г.)

Подводя итоги моделирования, можно заключить, что в случае роста добычи нефти, газа, производства чугуна, стали, никеля и алюминия на 5% валовой внутренний продукт возрастет на 5,9%, а промышленное производство в целом – на 11,5%. В стоимостных показателях суммарный рост производства продукции электроэнергетики, черной и цветной металлургии и газодобывающей промышленности на 23 393 млн руб. в ценах 1998 г. приводит к росту валового внутреннего продукта на 161 563 млн руб.

Мультипликатор увеличения производства в сырьевых отраслях составил 6,91, т.е. при увеличении промышленного производства на 1 руб. валовой продукт с учетом межотраслевого влияния возрастет на 6,91 руб. Максимальное влияние на валовой внутренний продукт оказывает цветная металлургия: увеличение продукции цветной металлургии на 1 рубль приводит к росту валового внутреннего продукта на 16,47 руб., в газодобывающей промышленности – на 9,11 руб. Мультипликатор на чистые налоги составил от промышленного производства 1,84.

Особо следует выделить результат, полученный по моделированию влияния промышленного производства черной металлургии на динамику валового внутреннего продукта. Увеличение производства продукции черной металлургии на 1 руб. может привести к сокращению валового продукта на 10,88 руб.

Подробная характеристика ошибки модели оценки мультипликативного эффекта показала, что оценка величины ошибки ВВП в целом определяется величиной ошибки моделирования компоненты ВВП: производство товаров (табл. 6.11). Оцененная величина ошибки (среднеквадратичного отклонения) ВВП в единицах национальной валюты составила 91653,13 млн руб., а мультипликативный эффект – 161563 млн руб. В результате можно заключить, что мультипликативный эффект минерально-сырьевого комплекса на экономику России носит не случайный характер.

Таблица 6.11

**Оценка ошибок моделирования и мультипликативного эффекта**

Моделируемый компонент результирующего показателя (ВВП)	Доля компонента в формировании ВВП, %	Среднеквадратичное отклонение по модели, % ВВП	Результирующая величина ошибки (взвешенная дисперсия), % ВВП
ВВП: производство товаров	39,36	5,261	10,8941
ВВП: чистые налоги	7,98	9,306	6,9108

#### **6.4. РОЛЬ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО СЕКТОРА НА РЫНКЕ ТРУДА КАНАДЫ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ЗАНЯТОСТЬ В СОПРЯЖЕННЫХ ОТРАСЛЯХ**

**Модель и ее информационная база.** Информационной базой исследования послужили показатели занятости в минерально-сырьевом секторе Канады, опубликованные в *Canadian Mineral Yearbook* за 1996 г. и 1998 г. [Statistical..., 1994, 1998]. В указанном ежегодном отчете представлена статистика занятости в минерально-сырьевом секторе Канады с разбиением показателей по стадиям минерального производства – I, II, III и IV<sup>1</sup>. Использовались данные по численности занятых (количество человек), в том числе с разбиением на добычу металлов, неметаллов, строительных материалов, угля, нефти и газа. Кроме того, анализировалась информация по численности занятых в секторе услуг, связанном с горнодобывающей промышленностью, количество занятых в производствах по переработке, обогащению сырья и производстве конечной продукции. Также использовались данные по числу занятых в экономике в целом. Все показатели приведены за период с 1980 по 1996 год.

В качестве экзогенных переменных в модели предполагалось использовать показатели: число занятых в добыче металлов, неметаллов, строительных материалов, угля, нефти и газа. Указанные показатели в сумме составляют численность работающих в производствах стадии I.

Первоначальные данные представлены в одинаковых единицах измерения – число занятых в отрасли или секторе. В связи с этим преобразования показателей не производились. Анализ взаимных корреляций показателей выявил возможность использования обобщенных данных в качестве эндогенных переменных. Корреляционные матрицы экзогенных переменных приведены в табл. 6.12.

При исследовании взаимосвязи переменных было выявлено два фактически не связанных друг с другом блоков минерального сектора: добыча металлов и минералов и добыча топлива. Таким образом, в модели в качестве экзогенных переменных использовались показатели занятости в добыче минеральных полезных ископаемых и занятости в добыче топлива.

Основной гипотезой данной модели является существование межотраслевой взаимосвязи уровня занятости в добывающих секторах горнодобывающей промышленности и наличие мультиплицирующего эффекта изменения занятости в минерально-сырьевом секторе на совокупную занятость в экономике в целом. Общая схема модели представлена на рис. 6.7.

---

<sup>1</sup> Стадия I: производство минерального сырья (разведка, добыча и обогащение); стадия II: производство металлов (выплавка и очистка); стадия III: производство полуфабрикатов из нерудных минералов и металлов; стадия IV: производство металлических изделий.

Таблица 6.12

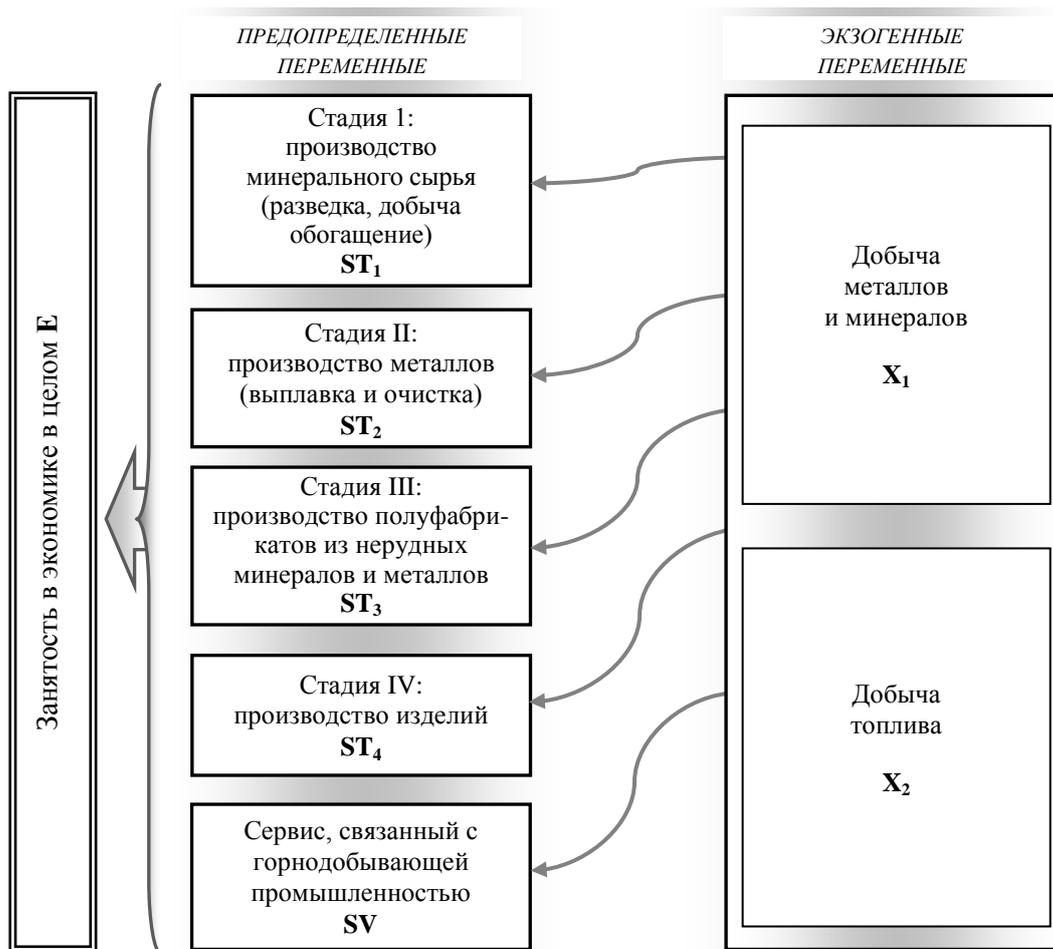
## Корреляционная матрица экзогенных переменных модели\*

Переменная	Металлы	Неметаллы	Строительные материалы	Минеральные ископаемые	Уголь	Нефть и газ	Топливо
Металлы	1,000	0,940	-0,398	0,997	0,791	0,239	0,408
	0,0	0,000	0,114	0,000	0,000	0,356	0,104
Неметаллы	0,940	1,000	-0,450	0,950	0,629	0,121	0,269
	0,000	0,0	0,070	0,000	0,007	0,645	0,297
Строительные материалы	-0,398	-0,450	1,000	-0,350	-0,432	-0,056	-0,162
	0,114	0,070	0,0	0,168	0,084	0,832	0,534
Минеральные полезные ископаемые	0,997	0,950	-0,350	1,000	0,763	0,225	0,389
	0,000	0,000	0,168	0,0	0,000	0,385	0,123
Уголь	0,791	0,629	-0,432	0,763	1,000	0,636	0,784
	0,000	0,007	0,084	0,000	0,0	0,006	0,000
Нефть и газ	0,239	0,121	-0,056	0,225	0,636	1,000	0,978
	0,356	0,645	0,832	0,385	0,006	0,0	0,000
Топливо	0,408	0,269	-0,162	0,389	0,784	0,978	1,000
	0,104	0,297	0,534	0,123	0,000	0,000	0,0

\* Верхнее число – коэффициент корреляции, нижнее – уровень значимости коэффициента корреляции.

В соответствии с первоначальными предположениями о характере модели осуществлено построение эконометрических (регрессионных) зависимостей. В качестве экзогенных переменных во всех уравнениях выступали переменные  $X_1$  и  $X_2$  (занятость в добыче металлов и минералов и в добыче топлива соответственно). Анализ полученных взаимосвязей показал, что по мере увеличения глубины передела полезных ископаемых связи численности занятых в производствах высших переделов продукции (показатели  $ST_3$  и  $ST_4$ ) с численностью занятых в добыче полезных ископаемых становятся статистически незначимы либо незначительны по масштабам влияния.

В результате окончательная модель приобрела рекурсивный характер. Численность занятых в производствах стадий I–III, а также в секторе услуг, связанных с горнодобывающей промышленностью, были выражены через количества работающих в добыче металлов и минералов и топлива. Численность занятых в производствах IV стадии ( $ST_4$ ) – через численность работающих в стадиях I–III ( $ST_1$ ,  $ST_2$  и  $ST_3$ ), а общая занятость в экономике страны ( $E$ ) – через численность работающих в производствах I–IV стадий.



\* На рисунке представлены также обозначения показателей, принятые в модели (выделены латинскими буквами).

Рис. 6.7. Моделирование системы межотраслевых взаимосвязей занятости в экономике Канады. Минеральная промышленность

Таким образом, конечная система регрессионных уравнений в общем виде может быть представлена следующим образом,

$$\begin{aligned}
 ST_1 &= X_1 + X_2; \\
 ST_j &= \sum a_{ij} \cdot X_{ij} + b_j, \text{ где } j = 2, 3; \\
 ST_4 &= \sum_1^3 p_j ST_j + q; \\
 SV &= \sum c_i \cdot X_i + d;
 \end{aligned}
 \tag{6.20}$$

$$E = \sum_1^4 v_k \cdot ST_k + w \cdot SV + e,$$

где  $X_1$  – численность занятых в секторе добычи металлов и минералов;  $X_2$  – численность занятых в добыче топлива (нефти газа и угля);  $ST_1$  – численность занятых в производстве минерального сырья (разведка, добыча, обогащение);  $ST_2$  – численность занятых в производстве первичных металлов (выплавка и очистка);  $ST_3$  – производство полуфабрикатов из нерудных металлов и минералов;  $ST_4$  – численность занятых в производстве изделий;  $SV$  – численность занятых в секторе услуг, связанном с горнопромышленным производством;  $E$  – общая численность занятых в экономике.

Результаты моделирования представлены в табл. 6.13. В полученной рекурсивной эконометрической модели совокупная занятость в экономике объясняется численностью работающих в секторах добычи металлов и минералов, нефти и газа.

Таблица 6.13

**Реализованные регрессионные модели зависимости численности занятых в секторах горнодобывающей промышленности от численности работающих в добыче металлов и минералов, а также топлива**

Предопределенные переменные	Экзогенные переменные					
	Constant	добыча металлов и минералов	добыча топлива	время	R	F
Разведка, добыча, обогащение	–	–	–	–	–	–
Выплавка и очистка	1689,432	73688,23	13170,95		0,989	633,86 2
Производство полуфабрикатов	64541,163	29424,56			0,508	15,442
Услуги, связанные с добычей	–64239,9		92422,96	3377,446	0,636	12,207
Предопределенные переменные	Предопределенные переменные					
	Constant	разведка, добыча и обогащение	производство полуфабрикатов	время	R	F
Производство изделий	–167272	132367,4	127981,3	16803,03	0,858	26,102
Эндогенные переменные	Предопределенные переменные					
	Constant	разведка, добыча и обогащение	производство полуфабрикатов		R	F
Совокупная занятость в экономике	15954,249	–9117,92	3890.841		0,960	84,153

Таким образом, совокупная занятость в экономике через рекурсивную зависимость определена как зависящая от количества работающих в добывающих секторах Канады.

**Анализ результатов моделирования.** По результатам моделирования произведен расчет и проанализировано влияние изменения численности занятых в добыче полезных ископаемых на занятость в перерабатывающих отраслях и экономике Канады в целом. Обобщенные результаты представлены в табл. 6.14. Анализ полученных данных проводился на основе сценариев возможной занятости в минерально-сырьевом секторе. Моделирование производилось по трем следующим сценариям:

**I** – в следующем за базовым годом (в данном случае за базовый был взят 1987 г.<sup>1</sup>) увеличивается занятость в секторах добычи металлов и минералов и добычи топлива на 1000 человек в каждом;

**II** – увеличение занятости в секторе добычи металлов и минералов при неизменности показателей занятости в секторе добыче топлива;

**III** – увеличение занятости в секторе добычи топлива при неизменной численности работающих в добыче металлов и минералов.

Таблица 6.14

**Влияние изменения занятости в секторах, добывающих минеральное сырье, на занятость в других секторах и экономике в целом**

Показатель	Изменения показателей занятости по сценариям					
	относительный, %			абсолютные, чел.		
	I	II	III	I	II	III
Добыча металлов и минералов	1,6	1,6		1000	1000	
Добыча топлива	2,3		2,3	1000		1000
Разведка, добыча, обогащение	1,9	0,9	0,9	2000	1000	1000
Выплавка и очистка	1,6	1,3	0,3	1453	1162	291
Производство полуфабрикатов	0,5	0,5	0,0	464	464	0
Производство изделий	11,4	10,2	9,6	11469	10251	9620
Услуги, связанные с добычей	13,4	6,1	13,4	3731	1689	3731
<b>Занятость в экономике в целом</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>238 000*</b>	<b>279 000</b>	<b>257 000</b>

<sup>1</sup> Анализ структурных изменений показателей численности работающих в производствах стадий I–IV показал практическое их отсутствие: коэффициенты ранговой корреляции показателей 1987 г. и 1996 г. составил 0,97. Таким образом, для анализа достаточно рассмотреть только один временной срез.

Следует отметить противоположные тенденции занятости в добывающих секторах минеральной промышленности и занятости в экономике в целом. Данный факт, вероятно, объясняется ростом производительности труда в добыче полезных ископаемых и структурными изменениями рабочей силы, связанными с ростом занятости в секторах услуг. Кроме того, следует отметить, что занятость в секторе услуг, связанных с добычей минерального сырья, определяется занятостью в нефтегазодобыче, а не в секторе добычи металлов и минералов, как отмечают многие эксперты.

Из табл. 6.14 видно, что первоначальные предположения о росте мультиплицирующего эффекта по мере увеличения глубины передела полезных ископаемых подтвердились. Сами по себе сырьевые отрасли, особенно топливно-энергетические, характеризуются низкой трудоемкостью. Кроме того, стоимость рабочего места в энергосырьевых отраслях на порядок выше, чем в обрабатывающей промышленности. Однако прирост занятости в отраслях добычи на 10 человек порождает прирост занятости в перерабатывающих отраслях на 57 человек, а в секторе услуг, связанных с горнопромышленным производством – на 18 человек.

В целом по экономике первоначальный импульс в приросте занятых в добыче минерального сырья на 1 тыс. человек порождает рост общей занятости во всех секторах на 119 тыс. человек.

## ЛИТЕРАТУРА

- Баев Г.Х.** Межотраслевой баланс и развитие минерально-сырьевой базы». – М.: АОЗТ «Геоинформмарк», 1996. – 121 с.
- Буданов И.А.** Влияние специфики российской экономики на развитие металлургии // Экономист. – 2000. – № 12. – С. 78–90.
- Буданов И., Кузнецов Б.** Необходима ориентация отрасли на внутренние потребности страны // Экономист. – 1997. – № 5. – С. 12–21.
- Клоцвог Н.Ф., Кушникова И.А.** Макроэкономическая оценка ресурсного потенциала российских регионов // Экономист. – 1999. – № 2. – С. 116–126.
- Лясковская Л., Сиваков Д.** Эхо индустриализации // Эксперт. – 2001. – № 13. – С. 27–29.
- Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2001 г.** Вестник Банка России от 5.01.2001. – № 1(501).
- Российский статистический ежегодник, 1999.** – М.: Росстат, 2000.
- Российский статистический ежегодник, 2000.** – М.: Росстат, 2001.
- Федеральная целевая программа «Программа технического перевооружения и развития металлургии России на 1993–2000 гг.».** – М., 1993.
- Федеральная целевая программа «Стратегия развития металлургической промышленности до 2005 года».** – М., 1999.
- Яременко Ю.В.** Моделирование межотраслевых взаимодействий. – М.: Наука, 1984. – 277 с.
- Яременко Ю.В.** Приоритеты структурной политики и опыт реформ. – М.: Наука, 1999. – 414 с.
- Яременко Ю.В.** Прогнозы развития народного хозяйства и варианты экономической политики. – М.: Наука, 1997. – 479 с.
- Яременко Ю.В.** Теория и методология исследования многоуровневой экономик. – М.: Наука, 1997. – 400 с.
- Statistical Abstract of the United States: The National Data Book // U.S. Census Bureau (119th edition),** Washington, DC, 1999.
- Statistical Report // Canadian Minerals Yearbook, 1994–1998.**