

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. Харитонова 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 5

# ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

### 5.1. СОНАР-МАШ

В конце 70-х годов прошлого столетия в группе машиностроения (с 1979 г. – сектор проблем машиностроения) отдела оптимального отраслевого планирования ИЭОПП СО РАН в рамках реализации проекта СОНАР начались исследования проблем машиностроения во взаимодействии с совокупностью отраслей экономики как потребителей его продукции. К этому времени был уже накоплен достаточный опыт решения отраслевых оптимизационных задач развития и размещения отдельных отраслей машиностроения, в 1978 г. была издана монография [Амосенок и др., 1978], подводящая некоторый промежуточный итог исследованиям тех лет. Стало очевидным, что для обоснованной и корректной оценки происходящих и долгосрочных структурных сдвигов в машиностроении, в частности связанных с прогнозируемыми в Комплексной программе научно-технического прогресса СССР изменениями в структуре народного хозяйства, при моделировании развития машиностроения необходим учет межотраслевых и региональных факторов и взаимодействий. Это позволило бы отслеживать взаимное влияние народнохозяйственных и региональных целей развития машиностроения на фоне других отраслей промышленности и экономики в целом.

Машиностроительные образования в регионах, различающиеся по эффективности функционирования, составу производств, уровням специализации и удовлетворения региональных потребностей, всегда влияли на функционирование региональных хозяйств. В теоретических разработках 1970-х годов обосновывалось, что рациональное размещение машиностроительных производств, способствующее осуществлению прогрессивной технической реконструкции регионального производственного аппарата и внедрению хозрасчета, является одной из важнейших задач радикальной экономической реформы. Исходя из этого прогнозирование развития машиностроения строилось с учетом свойственных ему особенностей территориального размещения, в частности таких как:

- широкое территориальное рассредоточение машиностроительных предприятий независимо от объективной экономической необходимости их присутствия в данном регионе (размещение машиностроительных оборонных предприятий по государственным соображениям). В 1990-х годах эта особенность вызвала существенные отрицательные экстерналии для экономик ряда регионов;

- групповой характер размещения машиностроительных заводов в виде «территориальных кустов», сосредотачивавших разнородные по специализации предприятия (характерный пример – машиностроительный конгломерат Новосибирской области включает практически все отрасли оборонной промышленности РФ, а также электротехническую, станкоинструментальную и другие отрасли машиностроения).

Результаты первого этапа работ по согласованию развития машиностроения с развитием отраслей народного хозяйства были зафиксированы в 1984 г. в виде годового научного отчета, где методологической и инструментальной основой расчетов явилась оптимизационная многоотраслевая межрегиональная модель с детализированным блоком машиностроения (ОМММ-МАШ).

В соответствии с общим содержанием проекта СОНАР модельные расчеты должны были позволить исследовать варианты возможных направлений развития данной отраслевой системы, согласованные с другими подразделениями народного хозяйства. Технически это означало, что в «тело» разработанной общей народнохозяйственной модели (например: ОМММ, укрупненной межотраслевой модели – УММ, динамической модели межотраслевого баланса – ДММБ) встраивался блок элементов рассматриваемого отраслевого образования или отраслевого комплекса. Общая схема использования ОМММ для исследования проблем межотраслевого взаимодействия машиностроения не отличалась от уже сложившейся в исследованиях других отраслей. Так, на верхнем уровне использовалась ОМММ с однопозиционным представлением машиностроения, на среднем – ОМММ с детализированным блоком, на нижнем – модифицированные ОМММ с детализацией отдельных совокупностей машиностроительных отраслей или производств. На последующих этапах исследований предпринимались попытки реализации такой схемы с ее расширением на нижележащие уровни – отраслевой и региональный.

Рассмотрим подробнее особенности представления блока машиностроения в ОМММ-МАШ.

Построенная и реализованная модель включала блок машиностроительной промышленности, состоящий из следующих отраслей:

1. Энергетическое машиностроение.
2. Металлургическое машиностроение.
3. Горно-шахтное и горнорудное машиностроение.
4. Подъемно-транспортное машиностроение.
5. Электротехническая промышленность.
6. Машиностроение для нефте-, газодобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности.
7. Станкоинструментальная промышленность.

8. Приборостроение.
9. Автомобильная промышленность.
10. Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение.
11. Строительно-дорожное машиностроение.
12. Машиностроение для легкой промышленности.
13. Машиностроение для пищевой промышленности.
14. Прочие отрасли машиностроения.
15. Металлообрабатывающая промышленность и ремонтное производство.

Выбор данной номенклатуры отраслей машиностроения был обусловлен прежде всего стремлением охватить по возможности все отрасли машиностроения, обеспечивающие народное хозяйство готовыми машинами, оборудованием, комплектующими изделиями, запасными частями. В состав номенклатуры были включены и отрасли, работающие на само машиностроение. Это позволило в региональных матрицах отобразить как внешние, так и внутренние межотраслевые связи машиностроения. Известно, что продукция машиностроения – это прежде всего материализованные инвестиции. Именно эта особенность была отражена в конструкции ОМММ – в балансах производства и распределения продукции фондосоздающих отраслей (машиностроения и строительства) и в балансах капитальных вложений. В первых расчетах по ОМММ-МАШ в балансах капиталовложений машиностроение представлялось в виде одной позиции в капиталовложениях первого вида – машины и оборудование.

При подготовке исходной информации для расчетов по ОМММ-МАШ, особенно в части определения границ производства по отраслям, трудовых, транспортных затрат, было выявлено, что из имеющейся статистики по машиностроению невозможно было прямо получить информацию по «чистым» отраслям в среднесоюзных оптовых ценах предприятий. Кроме того, валовую продукцию по отраслям машиностроения необходимо было делить на три части: инвестиционную, промежуточную и товары народного потребления. Поэтому все исходные данные из доступных машиностроительных информационных источников приводились в сопоставимый вид с данными других отраслей в модели с помощью специальных пересчетов.

Так, расчет минимальных и максимальных объемов производства по отраслям машиностроения (интервалов ограничений на переменные модели) осуществлялся в следующей последовательности.

На первом шаге определялись минимальный и максимальный объемы производства машиностроительной продукции в целом по машиностроению. Расчеты базировались на вариантах развития машиностроения: например, прогнозировалось, что показатели развития машиностроения за расчетный период должны соответствовать такому уровню развития народ-

ного хозяйства СССР в целом, при котором масса оборудования и машин в народнохозяйственных производственных основных фондах возрастет к 2000 г. в 2 раза, что должно было вызвать рост технической вооруженности труда более чем в 2 раза при росте производительности труда в народном хозяйстве в 1,5 раза. Этому соответствовал задаваемый рост общих объемов капитальных вложений в народное хозяйство при определенном маневре в части их перераспределения в пользу развития самого инвестиционного комплекса.

На втором шаге производилось дезагрегирование объемов производства и соответствующих им технико-экономических показателей по отраслям машиностроения и металлообработки страны в целом. Данному этапу предшествовал развернутый ретроспективный анализ темпов и пропорций развития отраслей машиностроения в увязке с темпами и пропорциями развития потребляющих отраслей промышленности и других звеньев народного хозяйства. На этом шаге также осуществлялись необходимые расчеты по выделению объемов производства продукции машиностроения и соответствующих им основных технико-экономических показателей за счет действующих и новых предприятий.

На третьем шаге выполнялось дезагрегирование показателей, характеризующих темпы и пропорции развития машиностроения по выделенным экономическим зонам. Эта наиболее трудоемкая часть расчетов охватывала несколько стадий:

1) на первой стадии осуществлялось прогнозирование возможных темпов роста и масштабов производства машиностроительной продукции по каждой отрасли в разрезе экономических зон и принятых периодов прогнозирования, по группе действующих на начало прогнозируемого периода предприятий, а также по группе намечаемых к строительству новых предприятий;

2) на следующей стадии определялся ориентировочный перечень новых предприятий, рекомендуемых к размещению, их основные технико-экономические показатели, сроки ввода и освоения мощностей в рассматриваемой перспективе; для этого изучались предложения отраслевых проектных и научно-исследовательских институтов страны, отраслевые схемы развития и размещения машиностроительного производства, постановления директивных и центральных плановых органов, рекомендации научных конференций и другие материалы по проблемам развития и размещения предприятий машиностроения;

3) на заключительной стадии третьего шага рассчитывались минимальные и максимальные границы развития машиностроения, и осуществлялась взаимная увязка основных показателей развития и размещения отраслей машиностроения, полученных на предыдущих шагах.

На основе анализа взаимосогласованной системы показателей развития и размещения отраслей машиностроения были выполнены расчеты допустимых интервалов производства во всех выделенных экономических

зонах на рассматриваемую перспективу, а также расчеты материальных и транспортных затрат для каждой отрасли машиностроения и экономической зоны.

По существу, первые экспериментальные расчеты по ОМММ-МАШ преследовали две цели: отработка методических приемов информационного обеспечения расчетов и анализ возможных ситуаций в развитии машиностроения во взаимосвязи с вариантами развития всего народного хозяйства и его отраслей. Например, в одной из серий расчетов за основу принимался такой вариант развития машиностроения СССР, который представлял собой некий «маневр», заключающийся в опережающих темпах развития отрасли и отражающий связанные с этим определенные тенденции и сдвиги в народном хозяйстве в принятом периоде планирования.

Расчеты по этому варианту показали, что значения экономических показателей перспективного состояния народного хозяйства в целом, в том числе и машиностроения, были близки к значениям соответствующих показателей «маневра». Величины среднегодовых темпов прироста валового продукта в целом по стране и валовой продукции машиностроения, полученные в расчетах, соответствовали заложенной в варианте плана тенденции опережения роста машиностроения. В итоге получилось, что как в целом по стране, так и в каждой зоне машиностроения в 2000 г. стало занимать значительное место в промышленности (более 1/4).

Отметим здесь одну интересную деталь: отраслевая структура машиностроения по решению ОМММ-МАШ не противоречила сложившимся тенденциям, однако не совсем правильно (относительно сложившегося в тот период представления об отраслевых и территориальных пропорциях машиностроения) определилось место той или иной отрасли в условиях «маневра» и тенденций научно-технического прогресса. Получился «неоправданно высоким удельный вес автомобильной промышленности в союзной структуре и в европейской части РСФСР»<sup>1</sup>, не уменьшился удельный вес отрасли ремонта машин и оборудования в восточных районах страны. В то же время почти повсеместно в решении по модели получился незначительным удельный вес станкоинструментальной промышленности.

Интересно сравнить результаты этих расчетов и реально сложившуюся к 2000 г. отраслевую структуру машиностроения в России (табл. 5.1). Как видно из таблицы, «неправильные» прогнозы по автомобильной промышленности, полученные из решения ОМММ-МАШ в 1984 г., полностью подтвердились: автомобильная промышленность стала доминирующей в структуре машиностроения – четверть всей продукции машиностроения и металлообработки. Подтвердился прогноз и по станкоинструментальной промышленности – базовая отрасль машиностроения, занимавшая некогда

---

<sup>1</sup> Цитата из текста Научного отчета «Согласование моделей машиностроительного комплекса с территориальной народнохозяйственной моделью», ИЭОПП СО АН СССР, 1984 г.

ведущее место в объеме машиностроительной промышленности (четверть миллиона металлорежущих станков в середине 1980-х годов), практически рухнула в 90-е годы прошлого века. В 2000 г. в РФ было произведено всего 8,8 тыс. станков, из них в федеральных округах: Центральном – 2,8 тыс. станков, Северо-Западном – 135 станков, Южном – 784 станка, Приволжском – 3,4 тыс. станков, Уральском – 1 тыс., Сибирском – 653 станка, Дальневосточном – 82 станка [Промышленность..., 2006]. Можно сказать, что по стечению обстоятельств ОМММ-МАШ как инструмент прогноза в данном конкретном случае полностью оправдала свое предназначение.

Таблица 5.1

**Отраслевая структура машиностроения и металлообработки  
России в 2000 г., %**

Отрасль	Доля
Машиностроение и металлообработка (без медицинской техники)	100,0
В том числе машиностроение	85,1
Из него: дизелестроение	0,5
Горношахтное и горнорудное машиностроение	0,5
Подъемно-транспортное машиностроение	0,9
Железнодорожное машиностроение	2,0
Электротехническая промышленность	7,1
Химическое и нефтяное машиностроение	4,0
Станкостроительная и инструментальная промышленность	1,7
Приборостроение	2,4
Автомобильная промышленность	25,2
Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение	3,3
Строительно-дорожное и коммунальное машиностроение	1,7
Машиностроение для легкой и пищевой промышленности и бытовых приборов	1,7
Промышленность металлических конструкций и изделий	3,9
Ремонт машин и оборудования	10,9

Источник: [Промышленность ..., 2006].

В последующие годы вплоть до начала 90-х годов прошлого века осуществлялись исследования, уточняющие и дополняющие методические приемы по отображению в ОМММ-МАШ основных функций и особенностей машиностроения. Как известно, машиностроение относится к отраслям, материализующим достижения научно-технического прогресса в части машин, оборудования, приборов и др. В ОМММ, региональные блоки которой построены на базе региональных стоимостных межотраслевых балансов производства и распределения продукции, прямо учесть эту особенность было трудно. Но при достаточно длительном плановом периоде (20 лет по расчетам ОМММ-МАШ) тенденции научно-технического прогресса учитывались через изменения коэффициентов затрат машиностроительной продукции на другие отрасли, например через увеличение коэффициентов потребления машин и оборудования с одновременным уменьшением затрат труда во всех отраслях и соответствующим изменением затрат продукции металлургической и химической промышленности в машиностроении.

Понятно, что этот способ учета научно-технического прогресса весьма укрупненно и приближенно описывает его основные тенденции, тем не менее ОМММ давала возможность проследить эти тенденции еще и в региональном разрезе.

Как было сказано выше, основу информационного обеспечения ОМММ составляли: союзные и региональные многономенклатурные балансы производства и распределения продукции и основных фондов; начальные капиталовложения по видам в развитие региона, удельные капиталовложения по видам и отраслям, показатели трудоемкости отдельных производств, структура непроизводственного потребления по отраслям и регионам, транспортные веса отраслей и затраты на перевозку, границы возможного развития отраслей по регионам. По большому счету НТП, материализующийся через машиностроение, мог проявляться в любом ингредиенте модели.

И это требовало не просто расчетов соответствующих показателей, но и специальных методических способов моделирования НТП в ОМММ. Наиболее доступными и используемыми из них являлись следующие [Амосенок, Бажанов, 1988].

При предположении, что с помощью ОМММ-МАШ могут проводиться исследования по изучению влияния на народное хозяйство и его территориальные звенья только таких ситуаций, которые отражают крупные направления научно-технического прогресса (например, переход на новый технологический уклад), вызывающие значительные сдвиги в территориальной структуре отдельных отраслей экономики, в том числе и в самом машиностроении, имели место два подхода – либо через соответствующее изменение основных параметров модели относительно некоторого их базового состояния, либо с помощью добавления в модель специальных технологических способов производства, в которых эти параметры «настраивались»



на исследуемую ситуацию. Это подразумевало, что в каждый момент времени производство того или иного продукта осуществлялось не одной, а несколькими технологиями, поэтому во все балансовые ограничения модели вводились дополнительные переменные – искомые объемы производства продукции по альтернативным способам с соответствующими балансам коэффициентами материалоемкости, капиталоемкости и трудоемкости. Кроме того, в модель могли быть добавлены ограничения на интенсивность использования альтернативных способов, если, например, были известны ориентировочные масштабы внедрения к концу прогнозного периода конкретного крупного направления научно-технического прогресса.

Была и сохраняется еще одна сложность в отображении особенностей машиностроения в ОМММ-МАШ – выделение оборонного машиностроения. В широко известных в советское время формах статистической отчетности – СО-1 – существовала такая позиция: «другие отрасли машиностроения», стабильно занимающая 30–40% от суммарного объема валового выпуска машиностроительной продукции. Предположительно эта позиция сосредотачивала некоторую часть продукции оборонного комплекса, но была ли в ней военная продукция, знали только разработчики информации. Попытки определения общесистемной оценки последствий конверсии ОПК РФ с помощью ОМММ-МАШ были осуществлены в 1989 г. Количественные характеристики последствий конверсии определялись через построение для каждого регионального блока набора отраслей ВПК с разделением на военное и гражданское производства и смежных с ВПК (по продуктовым потокам) гражданских отраслей. По этой модели была проведена серия экспериментальных укрупненных расчетов – с выделенными оборонными отраслями зоны Сибири. В частности, оценивались последствия переориентации оборонных предприятий на создание продукции для базовых отраслей региона, социальной сферы и для сектора «транспорт, связь, торговля».

По мере развития работ с ОМММ-МАШ стали формироваться дальнейшие направления исследования территориальных проблем развития машиностроения.

Одно из них касалось возможности анализа с помощью ОМММ-МАШ обусловленности внутренних связей между отраслями машиностроения в регионах. Известно, что в машиностроении существуют отрасли, составляющие как бы ядро машиностроения, т.е. отрасли, определяющие научно-технический прогресс в самом машиностроении (станкостроительная промышленность, некоторые виды производств приборостроения, электротехнической промышленности, подъемно-транспортного машиностроения и др.). При анализе влияния этой группы отраслей на развитие отраслей, выпускающих конечную продукцию с учетом региональных факторов, в региональных блоках модифицированной (или, как тогда называли, специализированной) ОМММ-МАШ была выделена именно эта группа отраслей; все остальные были объединены в более крупные условные отраслевые образования.

Другое направление дальнейших исследований связывалось с одной из основных целей детализации машиностроения в ОМММ – анализом и прогнозированием глубинных процессов в фондообразовании, рациональных отраслевых, воспроизводственных, технологических и территориальных структур капиталовложений. В начале 1980-х годов даже удалось осуществить реализацию варианта ОМММ-МАШ, в котором в балансах капиталовложений отражались элементы воспроизводственной структуры капиталовложений: удельные капиталовложения на поддержание и техническое перевооружение действующих мощностей и удельные капиталовложения на прирост мощностей по видам оборудования.

Еще одно направление формировалось исходя из возможностей анализа и прогнозирования развития так называемого комплекса инвестиционных отраслей – металлургии, машиностроения, промышленности строительных материалов и самого строительства. Предполагалось конструирование специализированной ОМММ с детализированным блоком таких отраслей (ОМММ-инвест).

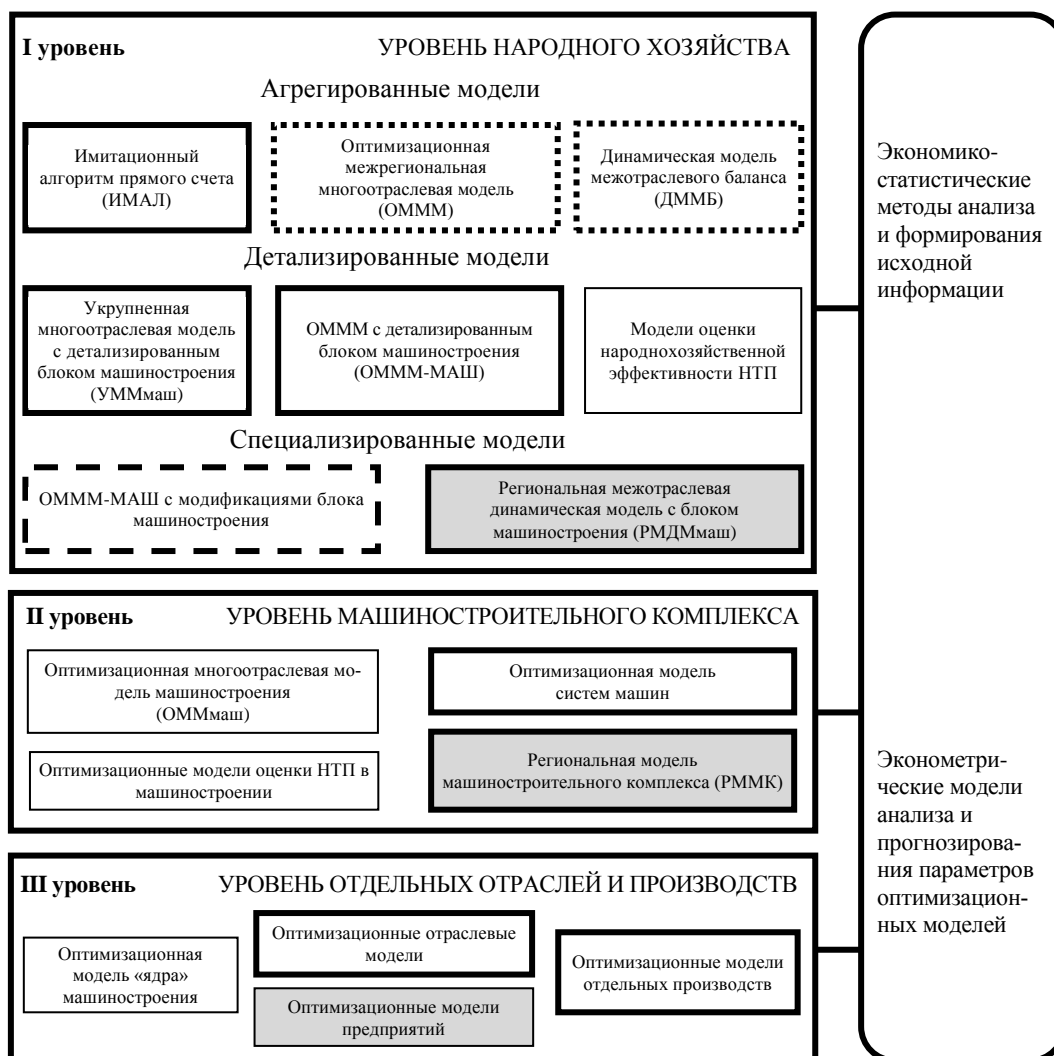
Как показал примерно 5–7 летний опыт работы с ОМММ-МАШ, модель оказалась удобным инструментом (даже в условиях существовавшего тогда компьютерного обеспечения расчетов) анализа и прогнозирования конкретных ситуаций, могущих возникнуть внутри детализированного комплекса отраслей в отдельных регионах. Например, была осуществлена попытка с помощью ОМММ-МАШ проверки гипотезы централизации ремонта машин и оборудования в восточных регионах страны с точки зрения народнохозяйственной эффективности.

С позиций XXI века начатая в середине 1970-х годов работа с ОМММ внесла существенные качественные сдвиги в исследования проблем машиностроения, в буквальном смысле подняв их на уровень выше – на макроэкономический уровень, где анализировались и прогнозировались народнохозяйственные структурные сдвиги под влиянием машиностроения. К концу 1980-х годов сложилась определенная концепция системы моделей для исследования проблем развития и размещения машиностроительного комплекса [Амосенок и др., 1992] (схематично она представлена на рис. 5.1).

Весь комплекс моделей в соответствии с вышеперечисленными целями и задачами разделялся на три уровня.

На первом уровне располагалась группа агрегированных народнохозяйственных моделей – «точечных» (например: ИМАЛ, УММ, ДММБ и др.) и пространственных (в частности ОМММ), в которых машиностроительный комплекс представлен одной позицией. Данная группа моделей служила для «проигрывания» концептуальных народнохозяйственных ситуаций, отражающих взаимовлияние динамики народного хозяйства в целом и машиностроения (ИМАЛ) или крупных народнохозяйственных отраслей и их подотраслей (УММ, ДММБ, ОМММ). На этом же уровне выделялись блоки моделей с детализированным представлением машиностроительного комплекса и специализированные модели для проведения углубленных исследований наи-

более характерных моментов, связанных с особенностями машиностроения. В моделях этого блока дезагрегирование преследует цель разукрупнения не только номенклатуры продукции машиностроения, но и детализацию процессов фондообразования.



*Примечание:* в жирных рамках отмечены полностью реализованные и действующие в тот период модели; широким пунктиром отмечена частично реализованная модель; точечным пунктиром выделены модели, использованные в совместных исследованиях; затемненные в жирных рамках отмечены модели, реализованные в Институте экономики УрО АН СССР [Ги-мади, 2002], а затемненный прямоугольник означает модели, действующие уже в 2000-х годах.

Рис. 5.1. Модельное обеспечение исследований развития и размещения машиностроительного комплекса машиностроения (ИМАЛ) или крупных народнохозяйственных отраслей и их подотраслей (УММ, ДММБ, ОМММ)

Составной частью концепции, ее вторым уровнем являлась группа моделей, в которых анализировались различные собственно отраслевые ситуации (модели машиностроительного комплекса). Здесь помещены модели, построенные на основе межотраслевых балансов продукции в сочетании с балансами оборудования; использующие натуральные показатели в качестве своих параметров; модели выбора и оценки технологий; модели оптимизации и оценки эффективности систем машин; модели региональных машиностроительных образований.

Третий уровень включал модели отдельных производств, отраслей, новых организационных структур (концернов, ассоциаций), имитационные алгоритмы генераторов вариантов и т.д. Проект может включать не только собственно модельные конструкции, но и блоки сервисного программного и информационного обеспечения.

Из моделей *первого уровня* следует выделить разработанный в секторе и реализованный в 1980-х годах алгоритм имитационного типа, увязывающий на верхнем уровне динамику показателей развития народного хозяйства в целом и машиностроительной промышленности как отдельной отрасли – модель ИМАЛ, основанную на агрегированных макропоказателях, характеризующих в основном политику инвестирования и фондообразования в экономике. В качестве исходных показателей в народнохозяйственной части расчетов выступали среднегодовые темпы прироста валового общественного продукта, его фондоемкости, численности работающих, доли активной части основных производственных фондов, проценты выбытия оборудования, общий объем производственных капитальных вложений.

Схема алгоритма предусматривала расчет итоговых показателей как на каждый конечный год прогнозных пятилеток, так и суммарно по пятилеткам. Поэтому все перечисленные выше входные показатели задавались в соответствующих необходимых для модели временных режимах. Поскольку алгоритм был ориентирован прежде всего на учет связей «народное хозяйство – машиностроительная промышленность», в народнохозяйственном блоке рассчитывался ряд показателей, отражающих конечные результаты деятельности машиностроения как фондообразующей отрасли. Задавая тот или иной темп прироста фондоемкости валового общественного продукта, меняя доли активной части фондов и коэффициентов выбытия оборудования в парке производственной сферы экономики, можно было получать различные варианты накопления основных производственных фондов в народном хозяйстве, что, по сути дела, отражало различную степень внедрения достижений научно-технического прогресса, уровень интенсификации общественного производства.

В схеме алгоритма был предусмотрен блок, который позволял определять эффективность предлагаемого выше способа с позиций ряда удельных показателей, характеризующих достигаемый при этом технический уровень производства и отношение между экстенсивными и интенсивными факторами.

В рассматриваемой имитационной модели выделялся также блок расчетов с целью получения показателей, позволяющих определить объем национального дохода и его структурных составляющих в зависимости от темпов прироста (падения) материалоемкости валового общественного продукта, нормы амортизации и процента выбытия основных производственных фондов, прироста запасов и резервов, экспортно-импортного сальдо.

Наиболее подходящим параметром, через который согласовывались варианты развития экономики и соответствующие варианты развития машиностроительного комплекса, являлся ввод оборудования в целом по народному хозяйству. Этот показатель отражал тот конечный эффект, который и является главным результатом деятельности машиностроения как производителя средств производства. Задавая различные темпы прироста фондоемкости товарной продукции, долю активной части и проценты выбытия оборудования и фондов в целом, можно было имитировать варианты политики замены и прироста как оборудования, так и основных производственных фондов в рассматриваемой перспективе. Так же, как и в народнохозяйственной части алгоритма, для машиностроения рассчитывались показатели численности промышленно-производственного персонала, производительности труда, фондовооруженности, фондоотдачи. По результатам расчетов фондовых показателей определялись необходимые для реализации намечаемых темпов роста валовой продукции отрасли суммарные капитальные вложения, в том числе в оборудование.

Преимущество имитационного алгоритма ИМАЛ заключалось в простоте использования и возможности рассчитывать прогнозные варианты на долгосрочный период. Однако по этой модели невозможно было учесть изменения отраслевой структуры выпуска продукции и отраслевой инвестиционной политики, поскольку народное хозяйство представлено было в ней одной строкой.

Более сложной моделью, но тоже имитационного типа, являлась укрупненная многоотраслевая модель народного хозяйства (УММ), по которой проводились длительные совместные исследования. Эта модель позволяла вести прогнозные (но не более чем на 10 лет) проработки вариантов инвестиционной политики в экономике. Машиностроение в ней в первоначальном виде представлялось в модели одной строкой, но зато она давала возможность оценить потребности в оборудовании, складывающиеся в различных выделенных в расчетах отраслях промышленности и народного хозяйства и тем самым изучить связи, возникающие при различных темпах роста этих отраслей и соответствующей инвестиционной политике. Введение в модель УММ дезагрегированного блока машиностроения имело своей целью еще большую детализацию процессов фондообразования в народнохозяйственных расчетах. В модификации модели, используемой в 1990–1991 гг., были включены 15 видов основных производственных фондов, оборудование было представлено 14 видами, а пассивная часть фондов была агрегиро-

вана в одну позицию. Применительно к каждому виду фондов рассчитывалась система показателей баланса основных фондов, характеризующая процессы их воспроизводства в каждой выделенной в модели отрасли народного хозяйства и машиностроения. Вся совокупность балансов основных фондов алгоритмически была связана с продукцией отраслей машиностроительного комплекса, производящих выделенные виды фондов, что давало возможность формировать при помощи этой модели различные варианты многоотраслевой программы капитальных вложений.

Дальнейшим углублением и конкретизацией целей и задач развития машиностроительного комплекса с помощью моделей народнохозяйственного уровня являлись попытки отражения его специфических характеристик и параметров путем построения блока специализированных моделей с детализированным представлением машиностроения. При подготовке информации для таких блоков учитывались не только требования народнохозяйственных моделей, куда вписывались детализированные машиностроительные блоки, но и характерные особенности каждой из входящих в них отраслей.

Так, одной из модификаций модели ДММБ являлась специализированная модель, в которой была предпринята попытка напрямую отразить через введение в нее дополнительных технологических способов влияние тех или иных направлений научно-технического прогресса. Для этого в матрицах выпуска и затрат из заданной структуры отраслей народного хозяйства были выделены системы технологий, выявлены существенные межотраслевые связи, затрагиваемые рассматриваемыми технологиями (в классификации отраслей, принимаемой в модели), накопление фондов по вытесняемым и распространяемым технологиям было представлено по видам основных фондов и по технологиям. Управление движением распространяющихся технологий осуществлялось через введение в модель ограничения на темп распространения их от периода к периоду.

На *втором уровне* комплекса моделей прогнозирования развития машиностроения в начале 1990-х годов была реализована модель, описывающая процесс перехода на производство и применение целостных технологических систем (комплексов) машин. Технологическая система машин определялась как количественная и качественная совокупность машин, реализующих законченную технологию, согласованных (оптимизированных) между собой и с окружающей средой по важнейшим технико-экономическим характеристикам (в первую очередь по производительности) и обеспечивающих тем самым удовлетворение общественных потребностей в производимой с их помощью продукции (работ, услуг). С помощью систем машин как объекта моделирования непосредственным образом отображалось в модельном инструментарии влияние научно-технического прогресса на параметры перспективного функционирования отраслей.

Задача определения эффективности технологических систем была сформулирована следующим образом.

Допустим, что для удовлетворения потребностей народного хозяйства в различных видах конечной продукции (работ, услуг) имеется (предложено для реализации) несколько типов технологических систем (как новых, так и тех, которые уже считаются старыми в силу более эффективных технологических решений), с помощью которых возможно производство какого-либо вида конечной продукции. Каждая из технологических систем характеризуется набором важнейших технико-экономических характеристик, отражающих производительность (мощность) этой системы и затраты ресурсов на ее создание и эксплуатацию. Необходимо определить количество каждого типа соответственно новых и старых технологических систем, которые должны быть введены в эксплуатацию для того, чтобы удовлетворить потребности народного хозяйства в различных видах продукции (работ, услуг) при минимальных затратах поочередно каждого из ресурсов.

В результате реализации всех постановок задачи с различными критериями и с учетом наличия нескольких временных интервалов было получено некоторое множество решений, различавшихся между собой количествами технологических систем. Последующее сужение области решений до одного или нескольких предполагалось осуществлять экспертным путем с привлечением для этих целей соответствующих специалистов.

В общем виде модель экономической оценки эффективности технологических систем состояла из трех блоков:

1) общего блока, включающего неравенства по приростным и базисным производственным мощностям и производству конечных видов продукции (работ, услуг), в том числе за счет действующего производственного аппарата; ограничения на время появления тех или иных технологических систем; ограничения по важнейшим народнохозяйственным ресурсам либо в зависимости от постановки задачи в данный момент – целевые функции; неравенства, отражающие динамический аспект модели (в модели временные интервалы были приняты с нарастающим итогом, поэтому и решения ее являлись решениями с нарастающим итогом для приростной части мощностей и производства и с убывающим итогом для действующего производственного аппарата);

2) специфического блока, включающего неравенства, отражающие наличие некоторых соотношений между определенными типами новых и старых технологических систем, которые должны соблюдаться, или желательно, чтобы они соблюдались, и обеспечивающие тем самым учет специфических особенностей функционирования рассматриваемых отраслей народного хозяйства (в основе этих соотношений могут лежать и экспертные оценки);

3) блока машиностроения, включающего в себя ограничения или уравнения определения производственных мощностей (объемов производства) подотраслей и производств в отраслях машиностроения в натуральном и стоимостном выражении, а также ограничения или уравнения определения затрат народнохозяйственных ресурсов при производстве машиностроительной продукции.

.....

Вся потребность народного хозяйства в каком-либо виде конечной продукции в модели была условно разделена на две части: базисная потребность, т.е. потребность в продукции в последний год, предшествующий рассматриваемому периоду, и приростная, как разница между суммарной и базисной потребностями. В задачу также вводились коэффициенты замены действующего производственного аппарата, определяющего ту долю базисной производственной мощности по производству конкретной продукции, которая в выбранный отрезок времени будет удовлетворяться с помощью заменяющих технологических систем нового или старого вида.

Модель описывала следующие условия оценки эффективности новых технологических систем в какой-либо отрасли:

- создания приростных производственных мощностей и замещения части базисных мощностей;
- удовлетворения приростной и части базисной потребности в конкретном виде продукции (работ, услуг);
- удовлетворения с помощью действующего производственного аппарата части базисной потребности в конкретном виде продукции (работ, услуг).

Основное место в модели занимал блок машиностроительных отраслей, продукция которых имела значительный удельный вес в активной части основных фондов конкретной отрасли народного хозяйства.

Отражение взаимосвязей машиностроения и других отраслей в данной модели в значительной степени облегчалось тем, что как технологические системы, так и их основные элементы представлены тем же самым перечнем важнейших технико-экономических характеристик (как объемных, так и удельных), что является следствием их логической взаимосвязи и непротиворечивости.

Целевой функцией задачи являлась минимизация суммарных затрат ресурсов каждого вида на производство технологических систем.

В результате решения по такой расширенной модели определялись важнейшие параметры развития всех отраслей, в том числе и машиностроения (объем капитальных вложений, совокупные затраты металла, трудовых и других ресурсов, объемы производства продукции в натуральном и стоимостном выражении и т.д.).

В 1980-х годах предполагалось, что представленный на рис. 5.1 комплекс моделей достаточно близко подходит к идее сквозных расчетов в отраслевой и региональной ветвях модельного комплекса СОНАР-МАШ как с методических позиций, так и с позиций их реализуемости. ИМАЛ, УМММ, ДММБ, ОМММ-МАШ ряд лет находились в эксплуатации. Модели *третьего уровня* были методически отработаны и практически опробованы еще в 1970-е годы и продолжали использоваться в 1980-е годы. Наиболее значимые методические и практические успехи были достигнуты при реали-



зации таких моделей отраслевого планирования, как двухуровневая система моделей электротехнической промышленности в целом и отдельных ее подотраслей (трансформаторостроения, электродвигателестроения, кабельной промышленности), модель радиоэлектронной промышленности; двухуровневая модельная конструкция (с алгоритмической процедурой – генератором вариантов) строительно-дорожного машиностроения, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения.

Известные события 1990-х годов прошлого века, особенно в первой их половине, отодвинули исследования по моделированию машиностроения на задний план. Сектор проблем машиностроения активно начал исследования проблем конверсии оборонно-промышленного комплекса (ОПК) и практическую деятельность в разработке региональных программ конверсии. В течение 1990-х годов были разработаны совместно с региональными властными структурами программы конверсии ОПК Новосибирской и Кемеровской областей, Алтайского и Красноярского краев. В ходе исследований конверсионных проблем возникла идея сконструировать модель оборонного комплекса, отображающую основные процессы его реформирования. Сектор не строил иллюзий по поводу реализуемости модели, главным было выработать некую концепцию моделирования этих процессов [Бажанов, 2009].

С математической точки зрения экономико-математическая модель развития ОПК была описана задачей линейного программирования следующего содержания.

Необходимо найти значения следующих показателей, минимизирующие совокупные (текущие и единовременные) приведенные затраты на реформирование и развитие оборонного комплекса, транзакционные затраты и затраты на государственный оборонный заказ за вычетом экспорта оборонной продукции:

- объемы выпуска оборонной продукции по основным ее видам на каждом оборонном предприятии,
- доли участия каждого предприятия в работе других предприятий при производстве каждого вида оборонной продукции,
- объемы инвестиций в развитие производства каждого вида оборонной продукции,
- объемы экспорта каждого вида оборонной продукции.

При этом должны выполняться следующие условия:

- полное обеспечение оборонной продукцией собственных нужд Вооруженных сил страны;
- не превышение максимально возможных границ мощности предприятий (в сумме с производством продукции двойного и гражданского назначения) с учетом интеграционных эффектов;

- не превышение максимально возможного количества занятых в оборонном комплексе с учетом интеграционных эффектов;
- не превышение максимально возможного объема инвестиций в реформирование и развитие оборонного комплекса с учетом интеграционных эффектов;
- неотрицательность переменных.

Для отражения в модели интеграционных процессов в ресурсные ограничения вводятся так называемые коэффициенты экономии в удельных капиталоемкостях и трудоемкостях производства каждого вида оборонной продукции при 100% участии предприятия в этом производстве. Общий эффект от интеграции предприятий определяется значением переменных – долей участия других предприятий в производстве данного вида продукции.

Суммарные затраты на реформирование и развитие оборонных предприятий включают также транзакционные затраты на концентрацию оборонно-промышленного потенциала путем создания интегрированных структур, слияния и выделения оборонных производств; содержание федеральных казенных предприятий; государственную поддержку федеральных научно-производственных и государственных научных центров; финансовое оздоровление убыточных и неэффективных производств, выпускающих продукцию стратегического характера; ликвидацию неперспективных производств и связанных с этим социальных издержек.

Понятно, что решение данной задачи может быть скорее индикаторным, чем точным по параметрам развития ОПК. Это связано со следующими обстоятельствами:

- со значительным количеством параметров, определяемых математически с большой погрешностью (таких как взаимное влияние предприятий, разбиение капиталоемкости и необходимых инвестиций по производству разных видов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) на одном предприятии и т.д.);
- с требованием к целочисленности решения;
- с необходимостью учета социального фактора при полном отсутствии производства ВВСТ на каком-либо предприятии. При получении таких результатов можно ввести в критерий еще одну составляющую – суммарные затраты на решение социальных проблем, включающие затраты на выходные пособия, пособия по безработице, перекавалификацию и социальную адаптацию и получить скорректированное решение.

Индикативность решения означала, что полученные параметры производства, слияния предприятий, экспорта требуют дальнейшего уточнения уже на уровне каждого отдельного предприятия или группы предприятий, например на уровне регионов.

Подводя итоги отметим, что накопленный опыт использования модельного аппарата в исследованиях проблем развития и размещения машиностроения сопутствовал в 70–80-х годах прошлого века тому, что практически все десятилетие 1980-х годов ИЭОПП СО АН СССР назначался главным исполнителем крупных работ по машиностроению во всесоюзном масштабе. К таким работам, выполненным под эгидой Госплана СССР и Госкомитета по науке и технике СССР, относятся участие в разработке разделов по прогнозированию развития машиностроения в нескольких Комплексных программах научно-технического прогресса (КПНТП СССР) и Концепции развития машиностроения СССР в период ускорения научно-технического прогресса. В конце 1980-х годов сектор машиностроения ИЭОПП СО РАН выиграл конкурс на выполнение исследований, основанных, в том числе, и на использовании методологии СОНАР-МАШ, по договору с Всесоюзным научно-исследовательским институтом проблем машиностроения ГКНТ СССР.

Начало нового века ознаменовалось переходом к новому этапу работ по моделированию в совокупности исследований проблем развития обрабатывающих производств – прежде всего машиностроения и оборонного комплекса, с учетом потенциала инновационного развития регионов.

## **5.2. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОПК**

Кибернетически современный оборонно-промышленный комплекс как совокупность специфических хозяйствующих субъектов представляет собой сложную систему с большой степенью разнообразия и, соответственно, неопределенности, со сложным управлением, предопределяющим множество вариантов при выборе решений функционирования. Поэтому при анализе и прогнозировании развития ОПК сохраняют значимую роль методы системного анализа, в том числе экономико-математические методы.

Принципиально постановка задачи оптимизации развития ОПК как системы может быть представлена в следующем виде.

Сначала определяются оптимизированные макропоказатели, рассчитываются границы развития ОПК в сценарных параметрах развития экономики в целом. К таким показателям можно отнести затраты на национальную оборону в валовом внутреннем продукте страны, выделяя в них затраты на закупку ВВСТ и проведение НИОКР оборонного характера: тем самым определяются возможные границы государственного оборонного заказа (включая экспортные заказы) для предприятий ОПК. Ограничениями при этом могут выступать параметры прогнозного оборонного строительства, в первую очередь военного, численность военного контингента, соответствующие оборонным задачам прогнозного периода объемы и виды вооружений и др., опреде-

ляемые в рамках решения задач реформирования Вооруженных сил (ВС) страны и выполнения программы вооружений, а также общеэкономические условия, вытекающие из ресурсных возможностей государства. В качестве критерия оптимизации макропоказателей ОПК может использоваться, например, максимизация уровня обеспеченности функционирования ВС в рамках выполнения требований национальной безопасности и др.

Далее определяются оптимизированные показатели функционирования самого ОПК, например: объемы производства военной и гражданской продукции в стоимостном выражении, объем необходимых инвестиций, численность занятых и др. Исходными данными для расчета базовых показателей по ОПК могут служить параметры Федеральной целевой программы реформирования оборонной промышленности РФ, Государственной программы вооружений, планы и прогнозы оборонного заказа, прогнозы по военно-техническому сотрудничеству с зарубежными странами, государственные мобилизационные планы, показатели реформы ВС РФ.

В этой подзадаче отыскиваются ответы на два вопроса: какова должна быть отраслевая структура ОПК, и каков может быть объем эффективного производства высокотехнологичной наукоемкой продукции для гражданских нужд. В частности, оптимизация функционирования ОПК даст возможность определить и уровни военно-гражданской интеграции с целью создания эффективного наукоемкого производства, позволяющего осуществлять непосредственно одновременное использование высоких военных технологий и ноу-хау как для военных, так и для гражданских потребностей.

В рамках общей совокупности задач оптимизации развития ОПК могут определяться также показатели функционирования и развития региональных и отраслевых совокупностей оборонных предприятий, например в рамках участия в реализации региональных стратегий долгосрочного социально-экономического развития. На этом уровне актуальными становятся задачи определения эффективных показателей деятельности отдельных отраслей и предприятий. Принципиальная схема модельных расчетов в рамках общей задачи оптимизации развития ОПК представлена на рис. 5.2.

Реализация системных оптимизационных расчетов в секторе исследования проблем развития обрабатывающих производств ИЭОПП СО РАН стартовала в начале 2000-х годов с формирования некоей вычислительной процедуры для макроуровня, сочетающей эконометрический и экономикоматематический инструментарий.

Суть процедуры состояла в следующем. Сначала определялись интегрированные показатели, позволяющие оценить состояние и динамику государственных расходов на национальную оборону (в разрезе основных статей соответствующего раздела федерального бюджета) и расходов на закупку ВВСТ, а затем на основе этих показателей сформировать некое множество вариантов возможного изменения расходов на национальную оборону, соответствующих прогнозам в реформировании ВС страны (например сокращение численности военнослужащих и резкое увеличение государственного оборонного заказа). Процедура заканчивается определени-

ем оптимизированных вариантов по выбранным критериям в рамках задаваемых ограничений и условий. Показатели расходов на вооружения и проведение НИОКР по оптимизированным вариантам могут служить индикаторами для последующих расчетов на уровне определения показателей развития собственно ОПК.



Рис. 5.2. Концептуальная схема модельных расчетов по развитию ОПК

Для реализации этой процедуры были отобраны следующие показатели по статьям раздела «Национальная оборона» федеральных бюджетов за период с 1997 по 2010 год, пересчитанные в сопоставимых ценах 2008 г.:

- ✓ закупки вооружений и военной техники + ГЛОНАСС;
- ✓ боевая подготовка;
- ✓ материально-техническое обеспечение;
- ✓ военный персонал;
- ✓ обеспечение функционирования ВС РФ;
- ✓ продовольственное обеспечение;
- ✓ вещевое обеспечение;
- ✓ строительство специальных и военных объектов;
- ✓ мобилизационная и вневойсковая подготовка;
- ✓ прикладные научные исследования в области национальной обороны;
- ✓ другие вопросы в области национальной обороны (строительство);
- ✓ социальные расходы;
- ✓ военная реформа;
- ✓ прочие.

По сформированной матрице (14×14) с помощью метода главных компонент были определены три компонента или интегрированных показателя, которые можно было достаточно корректно интерпретировать как: «уровень научно-технического обеспечения ВС РФ», «уровень общего обеспечения функционирования ВС РФ» и «уровень военной готовности ВС РФ». Интерпретация компонент осуществлялась по наибольшим значениям факторных нагрузок ( $> 0,75$ ) на выбранные показатели (табл. 5.2).

Таблица 5.2

**Значения факторных нагрузок по выбранным показателям  
(приведены значения, превышающие 0,75).**

Показатель	Компонента		
	1	2	3
Закупки ВВСТ + ГЛОНАСС	0,78		
Боевая подготовка			0,91
Материально-техническое обеспечение			0,95
Военный персонал			
Обеспечение функционирования ВС РФ		0,77	
Продовольственное обеспечение			
Вещевое обеспечение		0,93	
Строительство специальных и военных объектов		0,86	
Мобилизационная и вневойсковая подготовка	0,80		
Прикладные научные исследования в области национальной обороны	0,71		
Другие вопросы в области национальной обороны (строительство)			
Социальные расходы			
Военная реформа			
Прочие	0,83		

Графики динамики интегрированных показателей (рис. 5.3) достаточно корректно описывают реальные процессы государственного финансирования национальной обороны, например значимое увеличение размера государственного оборонного заказа в 2000-е годы (входящего в состав интегрального показателя «уровень научно-технического обеспечения ВС РФ»). Легко заметить, что «уровень научно-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации» значительно ниже остальных показателей

(«уровня общего обеспечения функционирования ВС» и «уровня военной готовности ВС»), с 1997 г. он имел тенденцию к резкому снижению, с 2001 г. начался интенсивный рост данного показателя (в 2001 г. наблюдалось минимальное значение «уровня научно-технического обеспечения ВС» за весь наблюдаемый период) и только к 2008 г. достиг прежнего уровня. В то же время «уровень общего обеспечения функционирования ВС» и «уровень военной готовности ВС» имеют достаточно схожую динамику: с 1997 г. эти показатели снижались до 2000 г. и 1999 г. соответственно, после чего наблюдался интенсивный рост до 2002 г., и далее значения этих показателей снижаются (только в 2008 г. вновь начался медленный рост «уровня общего обеспечения функционирования ВС РФ»). В целом «уровень общего обеспечения функционирования ВС» и «уровень военной готовности ВС» по сравнению с 1997 г. значительно снизились к 2009 г. Все эти тенденции полностью отражают реальное состояние ВС РФ.

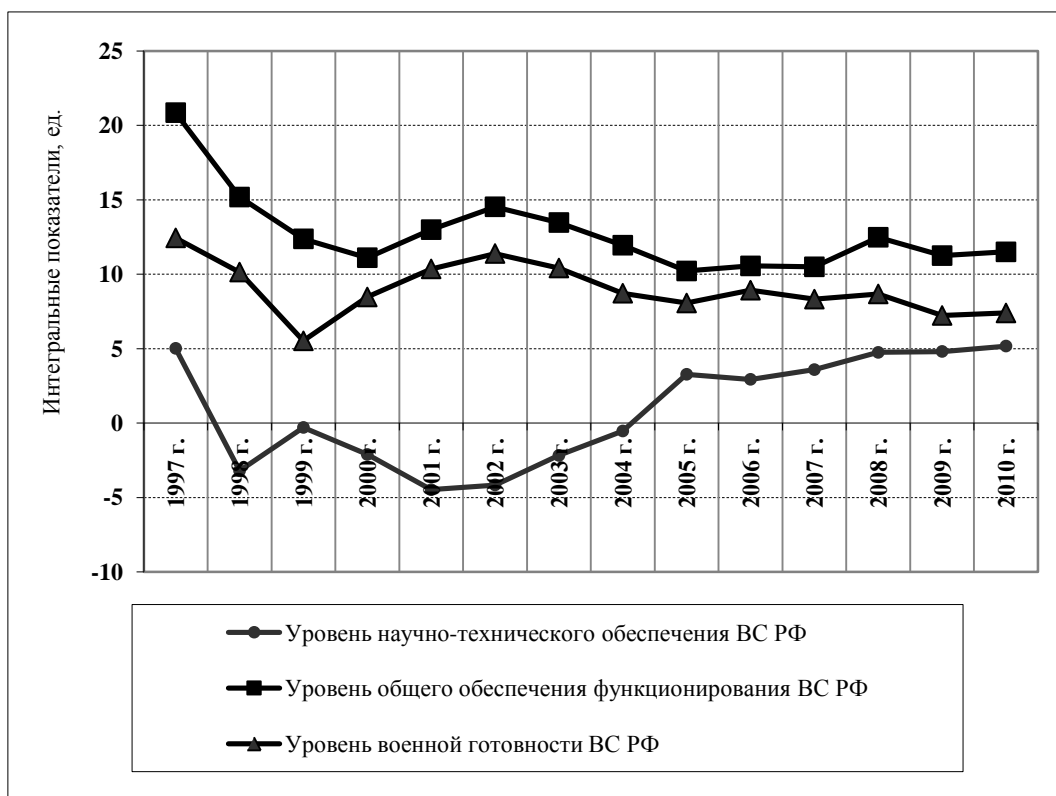


Рис. 5.3. Динамика интегрированных показателей государственных расходов на национальную оборону

Для формирования вариантов изменения расходов на национальную оборону был определен набор показателей (в формулировке федеральных бюджетов), включающих долю бюджетных расходов по разделу «Национальная оборона» в ВВП, показатели расходов на национальную оборону, закупки вооружений и военной техники, боевую подготовку, материально-техническое обеспечение ВС, обеспечение функционирования ВС, военный персонал, строительство специальных и военных объектов, мобилизационную и вневойсковую подготовку, прикладные научные исследования в области национальной обороны и прочие расходы. В состав показателей по каждому варианту также входили и все интегрированные показатели: уровень научно-технического обеспечения ВС РФ, уровень общего обеспечения функционирования ВС РФ и уровень военной готовности ВС РФ.

Для задачи выбора оптимизированного варианта расходов на национальную оборону было сформировано 20 вариантов, в которых варьировались следующие показатели: доли расходов на национальную оборону в ВВП (в частности от 0,014 до близко к существующей во многих странах НАТО 0,035–0,04), расходы на закупку ВВСТ и проведение НИОКР, доли НИОКР в расходах на национальную оборону, доли расходов на обеспечение функционирования ВС РФ и др.

Для решения поставленной задачи была использована стандартная экономико-математическая модель в вариантной постановке. Оптимизированные варианты выбирались при максимизации всех трех интегральных показателей поочередно, а также при максимизации расходов на прикладные НИОКР оборонного назначения. Основными условиями задачи являлись ограничения на расходы на закупку ВВСТ (например не менее 1 трлн руб.), на расходы по обеспечению функционирования ВС РФ (например не менее задаваемой доли), на долю расходов на национальную оборону в ВВП (например не более 3,5%). Формально данная модель для прогнозного периода (года) может быть записана следующим образом.

Введем обозначения:

$r$  – индекс варианта,  $r = 1, \dots, R$ ;

$R$  – количество вариантов, введенных в задачу для анализа;

$ВМО_r$  – бюджет Министерства обороны РФ плюс закупка ВВСТ по  $r$ -му варианту;

$ВМО^B$  – заданная верхняя граница возможных бюджетных расходов Министерства обороны РФ;

$D_r$  – доля раздела федерального бюджета РФ «Национальная оборона» в ВВП по  $r$ -му варианту;

$D^H$  и  $D^B$  – задаваемые нижняя и верхняя границы доли раздела федерального бюджета РФ «Национальная оборона» в ВВП;

$VG_r$  – закупки ВВСТ плюс затраты на ГЛОНАСС по  $r$ -му варианту;



$VG^H$  и  $VG^B$  – задаваемые нижняя и верхняя границы государственных расходов на государственный заказ по ВВСТ и реализацию программы «ГЛОНАСС»;

$BP_r$  – затраты по статье бюджетных расходов Министерства обороны РФ «Боевая подготовка» по  $r$ -му варианту;

$BP^1$  – задаваемая величина затрат на боевую подготовку;

$MTO_r$  – затраты по статье бюджетных расходов Министерства обороны РФ «Материально-техническое обеспечение» по  $r$ -му варианту;

$MTO^1$  – задаваемая величина затрат на материально-техническое обеспечение;

$VP_r$  – затраты по статье бюджетных расходов Министерства обороны РФ «военный персонал» по  $r$ -му варианту;

$VP^H$  и  $VP^B$  – задаваемые нижняя и верхняя границы государственных расходов на содержание военного контингента;

$NIOKR_r$  – затраты по статье бюджетных расходов Министерства обороны РФ «Прикладные научные исследования и разработки в области национальной обороны» по  $r$ -му варианту;

$NIOKR^1$  – задаваемая величина затрат на оборонные НИОКР;

$IP_r^1$  – интегральный показатель ИП «уровень научно-технического обеспечения ВС РФ» по  $r$ -му варианту;

$IP_r^2$  – интегральный показатель ИП «уровень общего обеспечения ВС РФ» по  $r$ -му варианту;

$IP_r^3$  – интегральный показатель ИП «уровень военной готовности ВС РФ» по  $r$ -му варианту;

$Z_r$  – искомая интенсивность реализации  $r$ -го варианта.

Запишем модель:

найти такие  $Z_r$ , при которых

$$\sum_{r=1}^R IP_r^1 * Z_r \rightarrow \max$$

– интегральный показатель ИП «уровень научно-технического обеспечения ВС РФ» достигает максимальной величины;

или

$$\sum_{r=1}^R IP_r^2 * Z_r \rightarrow \max$$

– интегральный показатель ИП «уровень общего обеспечения ВС РФ» достигает максимального значения;

или

$$\sum_{r=1}^R IP_r^3 * Z_r \rightarrow \max$$

– интегральный показатель ИП «уровень военной готовности ВС РФ» достигает максимального значения;

и в общем виде выполняются следующие условия:

$$\sum_{r=1}^R BMO_r * Z_r \leq BMO^B$$

– бюджетные расходы Министерства обороны РФ не могут превышать заданные размеры государственных средств;

$$D^H \leq \sum_{r=1}^R D_r * Z_r \leq D^B$$

– доля затрат на национальную оборону в ВВП не должна выходить за заданные пределы;

$$VG^H \leq \sum_{r=1}^R VG_r * Z_r \leq VG^B$$

– государственный заказ на ВВСТ и затраты на реализацию программы «ГЛОНАСС» должны находиться в заданных пределах;

$$\sum_{r=1}^R BP_r * Z_r \geq BP^1$$

– государственные расходы на боевую подготовку могут быть больше задаваемой величины;

$$\sum_{r=1}^R MTO_r * Z_r \geq MTO^1$$

– государственные расходы на материально-техническое обеспечение должны быть не ниже задаваемой величины;

$$VP^H \leq \sum_{r=1}^R VP_r * Z_r \geq VP^B$$

– государственные расходы на содержание военного контингента не должны выходить за заданные границы;

$$\sum_{r=1}^R NIOKR_r * Z_r \geq NIOKR^1$$

– государственные расходы на оборонные НИОКР могут быть больше задаваемой величины;

$Z_r$  – принимает значение 0 или 1 при

$$\sum_{r=1}^R Z_r = 1$$

– суммарное значение интенсивностей реализации вариантов должно быть равно единице. В практических расчетах в этом условии знак равенства менялся на знак «меньше или равно».

Схематично матрица описанной выше задачи представлена в табл. 5.3.

Таблица 5.3

**Общая схема матрицы экономико-математической задачи  
в вариантной постановке**

Критериальные показатели: интегрированные показатели				→ max или min
возможные ситуации				ограничения (задаваемые значения)
1	2	r	R	
Бюджет МО плюс закупка ВВСТ	Бюджет МО плюс закупка ВВСТ		Бюджет МО плюс закупка ВВСТ	= Бюджет МО
Доля «Нацобороны» в ВВП	Доля «Нацобороны» в ВВП		Доля «Нацобороны» в ВВП	≤ 0,035
Закупки ВВСТ плюс ГЛОНАСС	Закупки ВВСТ плюс ГЛОНАСС		Закупки ВВСТ плюс ГЛОНАСС	≤ ГОЗ
Боевая подготовка	Боевая подготовка		Боевая подготовка	= Показатель
Материально-техническое обеспечение ВС РФ	Материально-техническое обеспечение ВС РФ		Материально-техническое обеспечение ВС РФ	≥ Показатель
Военный персонал	Военный персонал		Военный персонал	≥ Показатель
Прикладные НИ в области национальной обороны	Прикладные НИ в об- ласти национальной обороны		Прикладные НИ в об- ласти национальной обороны	= Показатель
ИП «уровень научно- технического обеспе- чения ВС РФ»	ИП «уровень научно- технического обеспе- чения ВС РФ»		ИП «уровень научно- технического обеспе- чения ВС РФ»	≥ Показатель
ИП «уровень общего обеспечения ВС РФ»	ИП «уровень общего обеспечения ВС РФ»		ИП «уровень общего обеспечения ВС РФ»	≤ ≥ Показатель
ИП «уровень военной готовности ВС РФ»	ИП «уровень военной готовности ВС РФ»		ИП «уровень военной готовности ВС РФ»	≤ ≥ Показатель
Переменная $Z_1$	Переменная $Z_2$	... $Z_r$	Переменная $Z_R$	$\sum Z_r = 1$

В результате реализации этой части процедуры были получены индикаторы возможных размеров государственного оборонного заказа и оборонных НИОКР, определенных в структурах расходов на национальную оборону (табл. 5.4).

Таблица 5.4

**Фрагмент оптимизированной структуры расходов на национальную оборону по решению на максимум уровня военной готовности ВС РФ при доле этих расходов в ВВП равной 0,035**

Статья расходов	%
Закупки ВВСТ	31,43
Боевая подготовка	15,68
Материально-техническое обеспечение	8,08
Обеспечение функционирования ВС РФ	6,22
Военный персонал	14,89
Строительство специальных и военных объектов	1,74
Мобилизационная и вневойсковая подготовка	0,68
Прикладные научные исследования в области национальной обороны	7,29
Прочие	13,98

В качестве одной из модельных конструкций – «моделирование развития ОПК – инновационные цели, интегрированные процессы» (см. рис. 5.2) – можно рассматривать следующую концептуальную экономико-математическую модель ОПК.

Условия и ограничения этой модели строятся на базе следующей информации:

- 1) заданий долгосрочной Государственной программы вооружения;
- 2) индикаторов объемов государственных оборонных заказов из модели макроуровня;
- 3) прогнозов по экспорту ВВСТ;
- 4) прогнозных показателей по мобилизационному плану и развитию мобилизационной готовности экономики России.

Критериальным показателем оптимизационной задачи может быть минимум суммарных затрат на всю систему мероприятий по реформированию ОПК (минимум нагрузки на федеральный бюджет); другим критерием может быть максимизация обороноспособности государства, например объем вооружений на две общевойсковые операции в год при заданном ограничении на ресурсы всех видов.

Затраты разбиваются на текущие и единовременные (инвестиции).

Инвестиции должны включать средства:

- на реконструкцию и техническое перевооружение производства;
- на техническую подготовку производства;
- на техническое перевооружение опытно-экспериментальной и испытательной баз НИИ, КБ;

- на транзакционные затраты на концентрацию оборонно-промышленного потенциала путем создания интегрированных структур, слияния и выделения оборонных производств; содержание федеральных казенных предприятий; государственную поддержку федеральных научно-производственных и государственных научных центров; финансовое оздоровление убыточных и неэффективных производств, выпускающих продукцию стратегического характера;
- на ликвидацию неперспективных производств и связанных с этим социальных издержек.

С математической точки зрения экономико-математическая модель развития ОПК может быть задачей линейного программирования. Введем обозначения:

$i$  – индекс отрасли (корпорации) ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ;

$T$  – количество отраслей ОПК;

$v$  – индекс конечного вида ВВСТ (например: комплекс «Булава» или зенитный комплекс С-400);,  $v = 1, \dots, V_i$ ;

$V_i$  – количество видов ВВСТ, возможных к выпуску в отрасли  $i$ ,  $i = 1, \dots, T$ ;

$G_i$  – объем производства продукции двойного и гражданского назначения, возможных к выпуску в  $i$ -й отрасли ОПК в стоимостном выражении,  $i = 1, \dots, T$ ;

$s_{vi}$  – удельная материалоемкость (энергоёмкость) производства  $v$ -го вида ВВСТ в  $i$ -й отрасли ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ,  $v = 1, \dots, V_i$ ;

$S_i$  – фиксированная величина материальных (энергетических затрат) для  $i$ -й отрасли ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ;

$x_{vi}$  – объем производства  $v$ -го вида ВВСТ в  $i$ -й отрасли ОПК;

$O_i$  – суммарный объем производства продукции всех видов в  $i$ -й отрасли ОПК в стоимостном выражении;

$M_i$  – фиксированная величина возможного выпуска продукции в  $i$ -й отрасли ОПК;

$Q_{vi}$  – потребность в  $v$ -м виде ВВСТ, производимой в  $i$ -й отрасли ОПК,  $v = 1, \dots, V_i$ ,  $i = 1, \dots, T$ . Данная величина определяется либо экспертным путем на основе Госпрограммы вооружений и норм обеспеченности ВС РФ либо прогнозным объемом государственного оборонного заказа;

$GOZ$  – фиксированная стоимостная величина государственного оборонного заказа на производство ВВСТ (государственные закупки ВВСТ);

$e_{vi}$  – объем экспорта  $v$ -го вида ВВСТ,  $v = 1, \dots, V$ ,  $i = 1, \dots, T$ ;

$im_{vi}$  – объем импорта  $j$ -го вида ВВСТ,  $v = 1, \dots, V$ ,  $i = 1, \dots, T$ ;

$k_{vi}$  – капиталоемкость производства единицы  $v$ -го ВВСТ в  $i$ -й отрасли ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ,  $v = 1, \dots, V_i$ ;

$mm_i$  – размер мобилизационных мощностей в  $i$ -й отрасли ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ;

$z_i$  – инвестиции на развитие (реконструкцию, модернизацию, новое строительство)  $i$ -й отрасли ОПК (они могут быть больше, чем выделенные государством на величину разницы между выделенными средствами и вырученными от продажи имущества),  $i = 1, \dots, T$ ;

$I$  – максимальный размер государственных суммарных инвестиций на развитие ОПК;

$l_{vi}$  – трудоемкость производства единицы  $v$ -го вида ВВСТ отрасли  $i$ ,  $i = 1, \dots, T$ ,  $v = 1, \dots, V_i$ ;

$L$  – максимальная численность занятых в ОПК,  $i = 1, \dots, T$ ;

$p_{vi}^M$  – цена на мировом рынке  $v$ -го вида ВВСТ  $i$ -й отрасли ОПК;

$p_{vi}$  – цена  $v$ -го вида ВВСТ  $i$ -й отрасли ОПК;

$w_i$  – средняя зарплата в  $i$ -й отрасли ОПК;

$E$  – коэффициент эффективности инвестиций.

Запишем модель задачи:

найти  $x_{vi} \geq 0$ , при которых:

$$\sum_{i=1}^T \sum_{v=1}^{V_i} (x_{vi} \cdot p_{vi} + E \cdot x_{vi} \cdot k_{vi}) + im_{vi} \cdot p_{vi}^M - e_{vi} \cdot p_{vi}^M \rightarrow \min$$

– суммарные государственные средства на реформирование и развитие ОПК принимали бы минимальное значение (минимум нагрузки на федеральный бюджет) и выполнялись следующие условия:

$$x_{vi} + im_{vi} - e_{vi} = Q_{vi}$$

$$i = 1, \dots, T, \quad v = 1, \dots, V_i;$$

– объемы производства  $v$ -го вида ВВСТ в  $i$ -й отрасли ОПК не должны быть меньше потребности ВС РФ в  $v$ -м виде ВВСТ  $i$ -й отрасли;

$$O_i = \sum_v^V x_{vi} \cdot p_{vi} + G_i + mm_i \leq M_i$$

$$i = 1, \dots, T$$

– полный стоимостный объем производства ВВСТ и продукции двойного и гражданского назначения в  $i$ -й отрасли ОПК не должен превышать фиксированной величины (ограничение на суммарную производственную мощность  $i$ -й отрасли ОПК);

$$\sum_i^T \sum_v^V (x_{vi} \cdot p_{vi} + im_{vi} \cdot p_{vi}^M - e_{vi} \cdot p_{vi}^M) = GOZ$$

– суммарный стоимостный объем производства всех видов ВВСТ во всех отраслях ОПК должен быть равен государственному оборонному заказу в части закупок ВВСТ для нужд ВС РФ;

$$\sum_{v=1}^V x_{vi} \cdot k_{vi} \geq z_i$$

$$i = 1, \dots, T$$

– инвестиции на развитие (реконструкцию, модернизацию, новое строительство)  $i$ -й отрасли ОПК могут быть больше выделенной суммы государственных инвестиций;

$$\sum_{i=1}^T \sum_{v=1}^{V_i} x_{vi} \cdot k_{vi} \leq I$$

– государственные суммарные инвестиции на развитие (реконструкцию, модернизацию, новое строительство) ОПК не должны превышать заданную величину;

$$\sum_{i=1}^T \sum_{v=1}^{V_i} x_{vi} \cdot l_{vi} \leq L$$

– суммарная численность занятых в ОПК РФ не должна превышать фиксированного значения занятых в ОПК;

$$\sum_{v=1}^{V_i} x_{vi} \cdot s_{vi} \leq S_i$$

$$i = 1, \dots, T$$

– суммарные материальные (энергетические) затраты на производство ВВСТ всех видов в  $i$ -й отрасли ОПК не должны превышать заданной величины материальных (энергетических) ресурсов.

Данную экономико-математическую модель необходимо рассматривать в качестве некоего экспертного аналитического инструментария, позволяющего определять основные параметры развития ОПК в зависимости от задаваемых условий его функционирования, отражающих возможные изменения, например, в темпах технического оснащения ВС РФ. Решение данной модели будет скорее индикаторным, чем точным по параметрам развития ОПК. Это связано со значительным количеством параметров, закрытостью информации. Возможны более укрупненные модификации модели, в частности в случае использования только стоимостных показателей.

Процесс моделирования оборонных отраслей и предприятий связан с необходимостью учета значительной части специфических факторов, отличающих эти объекты от основной массы промышленных объектов.

Продemonстрируем это на примере одной из значимых в ОПК отраслей – промышленности обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии. Принципиальная схема модельных расчетов в рамках задачи оптимизации развития отрасли ОПК представлена на рис. 5.4.

Для моделирования развития отраслей ОПК можно использовать достаточно широкий класс описанных в литературе моделей долгосрочного планирования. Воспользуемся одной из них [Титов, 2007] и адаптируем ее для условий отрасли ОПК.



Рис. 5.4. Концептуальная схема экономико-математических оптимизационных расчетов в системе взаимодействия «ОПК–отрасль–предприятие»

В модели сделано предположение, что для программ развития предприятий известны параметры их реализации (затраты капитальных вложений по этапам (годам), ввод мощностей, перечень продукции и затраты факторов производства на ее выпуск, цены, экономический эффект и др.). В ней может использоваться как информация о намечаемых НИОКР и перспективных видах продукции, так и информация по уже подготовленным инвестиционным проектам, т.е. по различным нововведениям, входящим в программу развития.

Итак, пусть на уровне отрасли формируется программа ее развития на  $T$  лет,  $t = 1, 2, \dots, T$ . При этом предполагается, что в течение этого периода будут производиться работы  $m$  наименований,  $i \in I = 1, 2, \dots, 1, \dots, m$ . В множество  $I$  входят существующие и перспективные темы НИОКР, наименования как уже выпускаемой продукции, так и той, которую планируется производить. Можно зафиксировать множество индексов тем и продукции для каждого отраслевого предприятия  $f$  через  $I_f$ ,  $f = 1, 2, \dots, F$ , где  $F$  – количе-



ство предприятий в отрасли. Заметим, что, например, изделие  $i$  может производиться по кооперации на нескольких предприятиях отрасли и на сторонних предприятиях (других отраслях ОПК).

Переменными модели являются объемы работ по темам НИОКР и объемы производства продукции. Ограничения будут выступать как внутренние возможности предприятий, так и прогнозируемые по программам развития предприятий объемы проведения НИОКР и выпуска продукции.

Внешние факторы по отношению к отрасли могут отображаться через общесистемные ограничения, в первую очередь ограничения на инвестиции:

$$\sum_f^F INV_f \leq INV_{отрасль},$$

где  $INV_f$  – инвестиции для реализации инновационных программ на предприятии  $f$ ;  $INV_{отрасль}$  – возможный объем государственных и привлеченных инвестиций в отрасль.

Можно предположить, что существует заранее определенный общеотраслевой параметр, отражающий гипотетическую суммарную эффективность инновационного развития отрасли ОПК (например сокращение расходов на национальную оборону за счет оснащения ВС боеприпасами и системами приведения их в действие, кардинально уменьшающих обслуживающий персонал и затраты на доставку до места использования и превосходящих последние зарубежные образцы). Тогда для поддержания эффективности функционирования отрасли ОПК должно существовать условие, при котором суммарная эффективность деятельности всех предприятий отрасли и смежных предприятий других отраслей ОПК должна быть не менее установленного общеотраслевого параметра. Это условие записывается следующим образом:

$$\sum_{f=1}^F IEF_f + IEF_{смежники} \geq IEF_{отрасль},$$

где  $IEF_f$  – вклад каждого предприятия отрасли в достижение общеотраслевого эффекта;  $IEF_{смежники}$  – суммарный вклад в общеотраслевой эффект предприятий других отраслей ОПК.

Функцию цели развития отрасли обозначим через  $P$ . При реализации инновационной программы и инвестиционных проектов в долгосрочном планировании, когда учитывается весь инвестиционный процесс, как правило, максимизируют чистый денежный поток за все рассматриваемые периоды с учетом дисконтирования. Отсюда значение  $P$  есть сумма функционалов  $P_{ft}$  всех фирм за  $T$  лет:

$$P = \sum_{f,t} P_{ft} \rightarrow \max.$$

Значения  $P_{ft}$  рассчитываются в модели и для каждого из предприятий могут быть критериальными ограничениями.

Функционирование оборонной отрасли осуществляется в результате взаимодействия государства (заказчика) и всех ее предприятий. Схематично модель функционирования отрасли можно представить в виде совокупности моделей предприятий, связанных между собой отдельными отраслевыми ограничениями (общей суммы государственного заказа, выделяемых специфических ресурсов) и переменными, при этом входная и выходная (искомая) информация будет иметь встречный характер. Так, первоначальный расчет по модели отрасли определит общие границы развития предприятий – границы финансовых ресурсов, общие направления НИОКР, масштабы производства гражданской продукции, согласованные расчеты мобилизационных планов и, тем самым, границы возможного расширения предприятий, параметры кооперационных связей в рамках выполнения государственного оборонного заказа (ГОЗ) и др. Реализация модельных расчетов по каждому предприятию уточняет и детализирует эти расчеты – оптимизирует виды и объемы выполнения работ по ГОЗ, рассчитывает совокупные затраты и финансовые показатели, оценивает эффективность собственных инновационных программ и инвестиционных проектов и др. Оптимизированные параметры предприятий концентрируются в отраслевой модели, которая, в свою очередь, реализуется в уточненных укрупненных показателях. Иными словами, организуется некий итеративный процесс принятия решения на уровне госкорпорации или отрасли по поводу ее инновационного развития.

Прежде чем перейти к описанию экономико-математической модели *отдельного оборонного предприятия*, покажем место этого предприятия в современных производственных и организационно-экономических взаимосвязях в системе оборонной промышленности. Для примера описания этих взаимосвязей и модели предприятия выберем организацию, осуществляющую в своей деятельности научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) и производство конкретных видов изделий как оборонного, так и гражданского назначений [Алямов, Бажанов, 2010]. Предположим, что оборонное предприятие входит в состав отрасли обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии (ОВБиСХ). Выбор такого предприятия неслучаен – преследовалась цель отражения в модели сразу трех составляющих инновационного процесса: собственной программы инновационного развития предприятия, НИОКР и производство инновационной продукции.

На рис. 5.5 на примере одного из направлений разработок в ОПК показаны каналы внешнего воздействия на деятельность предприятия. Задание по ГОЗ как на НИОКР, так и на производство продукции предприятие получает со стороны изготовителя основного элемента комплекса, находящегося на первом уровне системных связей с головным исполнителем ГОЗ.

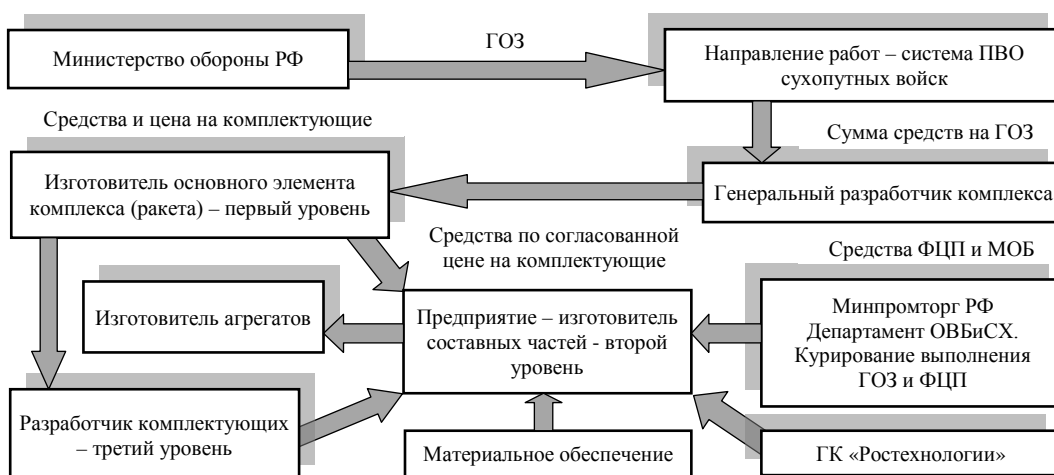


Рис. 5.5. Оборонное предприятие в системе производственного и организационно-экономического взаимодействия

Концептуальные направления оборонных НИОКР предприятие может получать и со стороны головного разработчика системы. Министерство промышленности и торговли РФ, например, через Департамент обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии вместе с курированием выделяет отраслевым предприятиям средства на поддержание мобилизационных мощностей, осуществляет их финансирование по утвержденным программам развития (ФЦП и субсидированные из бюджета). ГК «Ростехнологии», на правах собственника имущества предприятия, косвенно может влиять на организационно-управленческие и хозяйственные процессы. Само предприятие имеет кооперационные связи с поставщиками комплектующих и полуфабрикатов для своей продукции и прямые отношения с рынком материалов, сырья, энергии.

Готовую продукцию предприятие отправляет как непосредственно изготовителю основного элемента комплекса – на первый уровень системных связей, так и на второй уровень – изготовителю крупных узлов и агрегатов. Результаты НИОКР сдаются непосредственно главному разработчику основного элемента комплекса, т.е. на первый уровень.

Рис. 5.5 дает представление об одной существенной особенности ОПК – особенности оплаты выполненных работ по ГОЗ. Многоуровневая система связей исключает прямые рыночные отношения в паре продавец (изготовитель продукции) – покупатель (государство в лице Министерства обороны и ОАО «Рособоронэкспорт»). Продавец получает денежные средства за изготовленную продукцию по ГОЗ только после их прохождения по всей цепочке уровней, что в существующих российских условиях сильно растягивает по времени сам процесс оплаты и приводит к так называемому

«кассовому разрыву». По этой причине существенную роль в системе ГОЗ для оборонных предприятий, особенно лежащих на 2–4-м уровнях системных связей, играют авансирование и сроки окончательных расчетов за выполненный ГОЗ.

Экономико-математическая модель собственно инновационного развития оборонного предприятия, осуществляющего НИОКР и имеющего опытное производство, строится с учетом следующих условий:

1. Две основные сферы деятельности – НИОКР и производство продукции.
2. Производство оборонной продукции для ГОЗ (в том числе в рамках государственных экспортных контрактов).
3. Предопределенные номенклатура и тематика производимых НИОКР и оборонной продукции в рамках ГОЗ.
4. Незначительные объемы производства гражданской продукции (менее 1% в общем объеме производства).
5. Недозагрузка основных производственных мощностей.
6. Необходимость обновления и модернизация существующих физически и морально устаревших мобилизационных мощностей.
7. Регламентированное ценообразование на НИОКР и продукцию по ГОЗ, не соответствующее реальным издержкам на НИОКР и производство.
8. Преобладание в общей структуре инвестиций государственных.

В предлагаемой модели [Алямов, Бажанов, 2010] представлены организационно-экономические, инновационные, инвестиционные и финансовые процессы, поэтому для базового года задается информация о технико-экономическом, финансовом состоянии, существующей технологии производства, программа развития.

В общем виде экономико-математическая модель оборонного предприятия, реализующего инновационную программу, сводится к следующему.

◆ *Производственный блок.* Пусть предприятие в году  $t$  выпускает продукцию  $i$  – по ГОЗ в количестве  $G_{it}$ ,  $p$  – в рамках экспортных контрактов в количестве  $E_{pt}$  и выполняет НИОКР  $s$  в объеме  $N_{st}$ . Заданы базовые цены на продукцию  $u_i$ ,  $u_p$ , стоимость НИОКР  $u_s$ , индексы изменения этих цен и стоимости  $IU_{it}$ ,  $IU_{pt}$  и  $IU_{st}$ . Кроме того, задается объем производства гражданской продукции –  $D_t$ . Отсюда в году  $t$  объемы выполненных работ в стоимостном выражении будут равны:

$$O_t = \sum_{i=1}^I u_i \cdot IU_{it} \cdot G_{it} + \sum_{p=1}^P u_p \cdot IU_{pt} \cdot E_{pt} + \sum_{s=1}^S u_s \cdot IU_{st} \cdot N_{st} + D_t.$$

В принципе, при существующем порядке ценообразования на ГОЗ, когда головная организация назначает цену на комплектующие исходя из стоимости контракта с организацией верхнего уровня без учета особенно-

стей и издержек предприятия, выпускающего комплектующие, у последнего возникает желание (в аналитическом плане) определения «справедливой» цены на свою продукцию. В этом случае либо индекс, либо сама цена на продукцию  $i$ -го вида может выступать в модели в виде искомой переменной. То же самое можно сказать и для НИОКР. Цена же продукции  $p$ -го вида, производимая в рамках экспортных контрактов, может меняться в плановом периоде под воздействием рыночных факторов и также может представляться в виде искомой переменной. Искомой переменной может выступать и объем производимой гражданской продукции. Тогда выражение для совокупной продукции в стоимостном выражении будет иметь следующий вид:

$$O_t = \sum_{i=1}^I u_i^{\wedge} \cdot G_{it} + \sum_{p=1}^P u_p^{\wedge} \cdot EX_{pt} + \sum_{s=1}^S u_s^{\wedge} \cdot N_{st} + D_t^{\wedge},$$

где  $u_i^{\wedge}$ ,  $u_p^{\wedge}$ ,  $u_s^{\wedge}$ ,  $D_t^{\wedge}$  – цены на продукцию, НИОКР и объем производства гражданской продукции как искомые переменные.

В последнем случае совокупный объем выполненных работ (в руб.) может выступать как критериальный показатель, величину которого можно максимизировать в оптимизационных расчетах.

Несмотря на то что для предприятия объемы оборонной продукции и НИОКР задаются в размерах ГОЗ, для оценки относительной эффективности выпускаемой основной номенклатуры (видов) работ можно эти объемы также представлять как искомые переменные при фиксированных ценах. В данном случае величины  $G_{it}$ ,  $E_{pt}$ , и  $N_{st}$  для всех видов работ рассматриваются как искомые переменные, значения которых могут отыскиваться в заданных пределах, например, трудоемкости изготовления, пропускной способности оборудования и др.

$$G_{it} \cdot tr_{it} \leq TR_{it}, \quad i = 1, \dots, I^{\wedge}; \quad t = 1, \dots, T,$$

где  $tr_{it}$  – удельная трудоемкость изготовления  $i$ -го изделия в году  $t$ ;

$TR_{it}$  – максимальная верхняя граница суммарной трудоемкости изготовления  $i$ -го изделия в году  $t$ ;

$I^{\wedge}$  – выделенная часть изделий  $i$ -го вида;

$T$  – период планирования.

Аналогичные ограничения вводятся и для видов работ  $p$  и  $s$ .

В производственном блоке модели предусмотрены расчеты экономических показателей затрат на выполнение работ для каждого года периода планирования как по каждому выделенному изделию по статьям затрат, так и суммарные затраты на весь объем работ по элементам затрат:

♦ прямые затраты, связанные с выполнением работ по видам в базовом году –  $c_{ik}$ ,  $c_{pk}$ ,  $c_{sk}$  и в целом по всему объему работ (смета затрат на производство) –  $c_k$ . Здесь  $k$  – виды прямых затрат – топливо, материалы, заработ-

ная плата (с начислениями), энергия на технологические цели и др. С учетом индексов изменения стоимости видов прямых затрат  $I_{kt}$  объем прямых затрат на выполнение работ по видам в году  $t$ :

$$C_{np.ikt} = I_{kt} \cdot c_{ik} \cdot G_{it} \quad t=1, 2, \dots, T; \quad k=1, 2, \dots, K;$$

$$C_{np.pkt} = I_{kt} \cdot c_{pk} \cdot EX_{pt} \quad t=1, 2, \dots, T; \quad k=1, 2, \dots, K;$$

$$C_{np.skt} = I_{kt} \cdot c_{sk} \cdot N_{st} \quad t=1, 2, \dots, T; \quad k=1, 2, \dots, K;$$

$$C_{np.kt} = I_{kt} \cdot c_k \cdot O_t \quad t=1, 2, \dots, T; \quad k=1, 2, \dots, K.$$

♦ накладные расходы и амортизация основного капитала:

$$NR_t = I_{nrt} \cdot nr + A_t \quad t=1, 2, \dots, T,$$

где  $I_{nrt}$  – индекс изменения накладных расходов в году  $t$ ,  $nr$  – накладные расходы без амортизации в базовом году,  $A_t$  – амортизационные отчисления в году  $t$ , рассчитанные в инвестиционном блоке.

Производственный блок также взаимодействует с инвестиционным блоком через расчет эффективности мероприятий инвестиционной программы, связанных, например, с выпуском продукции и с экономией накладных расходов. Выразаться это может следующим образом. Обозначим через  $C_t$  себестоимость выполненных работ. Тогда:

$$C_t = C_{np.t} + NR_t - C_{эфф.t}, \quad t = 1, \dots, T,$$

где  $C_{np.t}$  – суммарные прямые затраты по всем видам работ в году  $t$ ,  $C_{эфф.t}$  – величина экономического эффекта (убытков, потерь) от реализации инвестиционных мероприятий (вариантов) в году  $t$ . Рост эффекта при увеличении мощностей выразится через дополнительный выпуск продукции:

$$C_{эфф.t} = IC_t \left( \sum_r^R EF_{rt} \cdot z_r + C_{эфф.пр.t} \right),$$

$$t = 1, \dots, T,$$

где  $EF_{rt}$  – эффект (убытки) по накладным расходам и другим затратам в году  $t$  при реализации инвестиционного мероприятия  $r$ ,  $z_r$  – целочисленная переменная (1 или 0), отражающая реализацию или не реализацию инвестиционного мероприятия (варианта)  $r \in R$ ,  $C_{эфф.пр.t}$  – эффект (убытки), связанный с выпуском продукции, по которой изменились прямые (переменные) затраты.

В модель общего вида могут быть введены ограничения на использование материальных (в стоимостном выражении) и энергетических ресурсов, например, для оценки мероприятий по снижению материалоемкости производства и энергосбережению. Так, ограничение на использование материальных ресурсов будет иметь следующий вид:

$$C_{\text{мат.}t} = \left( \sum_{i=1}^I C_{\text{мат.}it} + \sum_{p=1}^P C_{\text{мат.}pt} + \sum_{i=s}^S C_{\text{мат.}st} + C_{\text{мат.}rpt} \right) \leq M_t$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Здесь  $C_{\text{мат.}t}$  – фактический объем материальных затрат в году  $t$  по предприятию в целом,  $M_t$ , – возможный объем использования материальных затрат.

Условия по использованию электроэнергии на технологические нужды по каждому виду работ запишется следующим образом (показывается только для  $i$ -го вида):

$$\sum_i^I e_{\text{эл.}it} \cdot G_{it} \leq E_{\text{эл.}t}$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Общее ограничение на потребление всей электроэнергии предприятием можно записать следующим образом:

$$\sum_i^I e_{\text{эл.}it} \cdot G_{it} + \sum_p^P e_{\text{эл.}pt} \cdot EX_{pt} + \sum_s^S e_{\text{эл.}st} \cdot N_{st} + e_{\text{эл.руб.}} \cdot D_t + E_{\text{эл.мом.}t} + EL_{\text{общ.}t} \leq EL_t$$

$$t = 1, 2, \dots, T;$$

здесь  $r_{it}$  – затраты  $m$  на выпуск единицы продукции  $i$  в году  $t$ ,  $e_{\text{эл.}it}$  – затраты электрической энергии на технологические нужды на выпуск единицы продукции  $i$  в году  $t$ ,  $e_{\text{эл.руб.}}$  – затраты электроэнергии на руб. производства гражданской продукции,  $E_{\text{эл.мом.}t}$  – затраты электроэнергии на поддержание мобилизационных мощностей,  $EL_{\text{общ.}t}$  – затраты электроэнергии на общехозяйственные нужды,  $EL_t$  – фиксированный объем потребления электроэнергии в году  $t$ . Суммарное значение потребленной электроэнергии в кВт/час, умноженное на тариф за электроэнергию, т.е. стоимостную оценку электропотребления, целесообразно выделять из состава элементов затрат и включать ее в суммарные совокупные затраты предприятия отдельной строкой. Это даст возможность проводить варианты расчеты по электросбережению. В постановке задачи с переменными объемами работ по видам объемы электропотребления будут оптимизироваться при фиксированных тарифах.

Следует отметить, что все удельные показатели электропотребления по видам работ могут измениться в результате либо реализации предусмотренных в инвестиционной программе специальных мероприятий по электросбережению, либо в результате реализации технологических мероприятий программы, либо в результате реализации нововведений, организационно-технических мероприятий, направленных на электросбере-

жение и требующих денежных затрат. Поэтому в финансовом блоке для последних в составе совокупных затрат следует предусмотреть соответствующие затраты на электросбережение.

Аналогичные условия записываются и для тепловой энергии. В модели можно предусмотреть ограничения и по отдельным видам материалов.

◆ *Инвестиционный блок.* Подавляющее большинство оборонных предприятий нуждается в модернизации и обновлении своего производства, стабилизации финансового состояния, только после решения этих задач можно будет говорить о полноценном инновационном развитии. Как показано на рис. 5.5, оборонное предприятие может получить государственные субсидии, быть включенным в федеральные целевые программы (ФЦП), что обеспечит ему осуществление инновационных и инвестиционных программ, программ финансового оздоровления, инвестиционных и инновационных проектов.

Инновационная программа оборонного предприятия, как правило, состоит из совокупности мероприятий как собственных программ и проектов, так и мероприятий, связанных с выполнением ФЦП, в которых участвует предприятие. Каждое мероприятие характеризуется требуемыми инвестициями, сроками выполнения и эффективностью.

Как уже указывалось выше, особенностью большинства оборонных предприятий второго-третьего уровня является единственность источника фиксированных объемов инвестиций в их развитие – государственные средства. Эта особенность, на первый взгляд, исключает вариацию затратных и временных параметров мероприятий. Однако, как не раз подтверждалось жизнью, объемы государственных финансовых средств и годы их предоставления предприятию могут меняться относительно ранее запланированных параметров.

Одним из подходов к учету неопределенности такого рода в оптимизационных расчетах для оборонных предприятий является вариация длительности реализации мероприятий в зависимости от объемов инвестиций и сроков их предоставления. Для этого формируется некоторое множество возможных гипотетических ситуаций (вариантов) использования предприятием выделенных ему инвестиционных средств (субсидий), различающихся сроками предоставления и размерами этих средств, которое и включается в общую матрицу задачи. Оптимизированный вариант определится в результате решения всей задачи по заданному критерию.

Заметим, что число вариантов не должно создавать проблем размерности задачи в процессе ее реализации. Для каждого варианта рассчитываются: величина возвращаемых государственных средств; доля выполнения утвержденного мобилизационного плана; отклонения объемов выполненных работ от параметров, утвержденных ФЦП, инновационной программой; величины недостаточности оборотных средств, кредиторской задолженности, в том числе за счет штрафных санкций, задолженности перед персоналом по



оплате труда и др. В сумме эти показатели должны определить величину гипотетических потерь государства от невыполнения собственных обязательств (планов) перед оборонным государственным предприятием. Эти потери должны учитываться в суммарном значении выбранной критериальной функции модели.

По всем вариантам должно выполняться условие равенства объема выполненных работ в стоимостном выражении значению этого показателя, рассчитанному в производственном блоке:

$$\sum_r^R o_{rt} \cdot z_r \leq O_t,$$

где  $o_{rt}$  – объем работ в руб. в году  $t$  по варианту  $r$ ,  $O_t$  – объем выручки в руб. в году  $t$  по плану производства,  $z_r$  – целочисленная переменная (1 или 0), отражающая реализацию или не реализацию варианта  $r \in R$ , причем:

$$\sum_r^R z_r = 1.$$

В инвестиционном блоке модели можно предусмотреть в программном периоде движение основных (производственных и непроизводственных) средств предприятия. Ввод основных средств осуществляется за счет реализации мероприятий инвестиционной программы, а среднее ежегодное физическое выбытие стоимости основных средств определяется по доле от общей стоимости. Тогда в году  $t$  стоимость основных средств определяется так:

$$F_t = IF_t \cdot (F_{t-1}(1 - w_{cr})) + \sum_j^J F_{jt} \cdot z_j,$$

где  $IF_t$  – индекс дефлятора по годам (оценка);

$F_{jt}$  – стоимость основных средств в году  $t$  (проиндексированной относительно базового года) в результате реализации  $j$ -го мероприятия инвестиционной программы (выбранного варианта в результате оптимизации);

$w_{cr}$  – средняя по годам программного периода доля выбывших основных средств.

Амортизационные отчисления по годам  $t$  составляют следующие величины:

$$A_t = F_t w_a, \text{ где } w_a \text{ – средняя норма амортизации.}$$

В модели, например, при необходимости компенсации предприятием государственных инвестиций может присутствовать в инвестиционном блоке условие не превышения государственных инвестиций  $IN_{\text{гос}}$  величины средств от реализации имущества, высвобождавшегося в результате реализации инновационной программы –  $P \cdot SR_{\text{пред}}$ .

$$IN_{\text{гос.}} \leq P \cdot SR_{\text{пред.}}$$

При этом цена  $P$  единицы продаваемого имущества  $SR_{\text{пред.}}$ , например, одного кв. м площади, должна удовлетворять условию

$$P > P_1 + P_2,$$

где  $P_1$  – удельные инвестиции, приходящиеся на кв. м продаваемой площади,  $P_2$  – удельная величина налогов и сборов, приходящаяся на кв. м продаваемой площади.

Значения выходных показателей инвестиционного блока связаны с другими блоками модели: с финансовым – через показатель инвестиционных затрат на руб. выполненных работ, включенного в состав совокупных затрат на развитие предприятия, и через показатель «основные средства» (без амортизации), используемый в бухгалтерском балансе предприятия; с бюджетным – через ограничение на общую сумму инвестиций на реализацию инвестиционной программы.

◆ *Финансовый блок.* В процессе оптимизационных расчетов также считаются и все финансовые показатели: результирующие показатели – выручка, прибыль; показатели движения денежных средств; бухгалтерский баланс. В этом блоке рассчитываются совокупные затраты предприятия на хозяйственную деятельность.

Следует заметить, что для оборонных предприятий наряду с показателем прибыли, который может не иметь решающего значения как конечного показателя эффективности функционирования предприятия, особенно во время реализации, например, программы финансового оздоровления, возможно использование в качестве одного из критериальных показателей совокупные удельные затраты предприятия, включающего следующие элементы:

$$S_t = s_{уз} + s_{ис} + s^{эс}_{над} + s_{эк} + s_{тер} + pr_{гос},$$

где  $s_{уз}$  – затраты на эксплуатацию и развитие предприятия;

$s_{ис}$  – затраты на эксплуатацию и развитие инфраструктурных сооружений, агрегатов;

$s^{эс}_{над}$  – затраты, связанные с технико-технологическим поддержанием производства (капитальный и текущие ремонты);

$s_{эк}$  – затраты, связанные с платежами за выбросы вредных веществ (в атмосферу и почву) и природоохранными мероприятиями;

$s_{тер}$  – затраты, связанные с платежами за занимаемую территорию предприятием;

$pr_{гос}$  – потери государства от невыполнения обязательств перед предприятием.

На суммарную величину совокупных затрат можно ставить условие не превышения заданной величины, например, сложившейся в предыдущие годы:

$$\sum_t^T s_t \cdot O_t \leq S_s,$$

где  $S_s$  – задаваемые суммарные за период планирования совокупные затраты.

Если совокупные затраты выступают в качестве критериального показателя, то критериальная функция задачи оптимизации принимает вид:

$$\sum_t^T s_t O_t \rightarrow \min.$$

Использование совокупных затрат, выступающих как оттоки денежных средств, дает возможность использовать для оценки экономической эффективности функционирования оборонного предприятия метод чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Как известно, он базируется на моделировании и анализе чистых денежных потоков (ЧДП), образуемых предстоящими затратами и получаемыми при этом результатами. В виде притоков – результатов – могут выступать объемы выполненных работ или полная выручка предприятия:

$$\text{ЧДД} = \sum_t^T \text{ЧДП}_t \rightarrow \max.$$

В модель в рамках финансового блока могут вводиться ограничения тех или иных финансово-экономических показателей, характерных для оборонного предприятия, например на уровне дебиторской и кредиторской задолженностей и др., рассчитываемые для плановых значений объемов производства. В частности, ограничение по кредиторской задолженности связано с погашением многолетней задолженности оборонных предприятий перед бюджетом по налогам и сборам в строгом соответствии с утвержденным планом реструктуризации задолженности. На основе изменения этих показателей и показателя гипотетических государственных потерь из инвестиционного блока формируются соответствующие разделы бухгалтерского баланса.

Теоретически аналитические бухгалтерские балансы предприятия для каждого года программного периода могут представляться в матричной форме [Титов, 2007]. Все статьи таких балансов – искомые переменные. Вектор этих переменных обозначим через  $q$ . Тогда  $q_{At}$  – стоимость активов на конец периода  $t$ ,  $q_{Пt}$  – величина пассивов. Отдельные переменные – статьи баланса – имеют обозначения с соответствующими номерами строк баланса. Раздел модели – бухгалтерский баланс предприятия, представляется (в сокращенном виде) следующим образом.

Условия сохранения баланса в целом:

$$q_{At} - q_{Пt} = 0 \quad t = 1, \dots, T.$$

Также вводятся условия и по разделам активов и пассивов.

Все статьи баланса рассчитываются в соответствии с правилами группировки статей.

◆ *Бюджетный блок.* В бюджетном блоке показываются бюджетные платежи предприятию (субсидии, средства ФЦП, другие выплаты), а также налоговые выплаты и другие платежи предприятия государству (погашение задолженности, отчисления части прибыли и др.).

◆ В *аналитическом блоке* рассчитываются показатели платежеспособности и финансовой устойчивости предприятия. В аналитических целях в этом блоке может присутствовать условие достижения положительного или нормативного значения какого-либо показателя в определенном году, например коэффициента обеспеченности собственными средствами.

Таким образом, реализацию описанной модели можно представить как оптимизацию технико-экономического и финансового оздоровления предприятия в процессе реализации его инновационной программы. Данная задача имеет основополагающее значение в совокупности оптимизационных расчетов в отраслевой системе ОПК. Результаты решения задачи по модели предприятия передаются на отраслевой уровень, реализация модели которого корректирует основные параметры развития отрасли или госкорпорации. На основании оптимизированной номенклатуры и объемов работ, полученных в модели предприятия, может решаться задача оптимизации соотношения НИОКР и производства.

Взаимодействия оборонных предприятий в региональной экономике можно описать некоторой концептуальной моделью, содержание которой, например, описано А.Э. Алямовым [Алямов (эл. ист. инф.)]. Задача состоит в следующем: найти максимально возможные объемы выпуска непрофильных видов продукции и НИОКР оборонными предприятиями в стоимостном выражении, которые бы удовлетворяли заданным региональным условиям и ограничениям на выделенные ресурсы.

В общем виде экономико-математическая модель, описывающая влияние (подразумевается преимущественно инновационное) ОПК на региональную экономику, имеет вид:

$i$  – индекс оборонного предприятия,  $i = 1, \dots, n$ ;

$n$  – число предприятий;

$j$  – индекс отрасли и сферы экономики региона,  $j = 1, \dots, m$ ;

$m$  – число отраслей и сфер экономики региона;

$a_{ij}$  – часть продукции  $i$ -го оборонного предприятия в виде материалов, комплектующих изделий, полуфабрикатов, товаров бытового назначения, потребляемой в  $j$ -й отрасли и сфере экономики региона;

$b_{ij}$  – часть продукции  $i$ -го оборонного предприятия в виде инвестиционных товаров, потребляемой в  $j$ -й отрасли и сфере экономики региона;

$rd_{ij}$  – результаты (в стоимостном выражении) НИОКР  $i$ -го оборонного предприятия, потребляемые в  $j$ -й отрасли и сфере экономики региона;

$s_i$  – удельные средние затраты  $i$ -го оборонного предприятия на производство непрофильных продукции и НИОКР;

$c_{ji}$  – продукция  $j$ -й отрасли и сферы экономики региона в виде материалов, сырья, полуфабрикатов и т.п., потребляемая  $i$ -м оборонным предприятием;

$k_{ji}$  – продукция  $j$ -й отрасли и сферы экономики региона в виде инвестиционных товаров, потребляемая  $i$ -м оборонным предприятием;

$V_{\text{ОПКрег}}$  – суммарный объем хозяйственной деятельности всех оборонных предприятий региона;

$A_i$  – заданный объем потребности региона в неинвестиционной продукции  $i$ -го оборонного предприятия;

$B_i$  – заданный объем потребности экономики региона в инвестиционной продукции  $i$ -го оборонного предприятия;

$F_i$  – объем финансовых средств на производство непрофильной продукции и НИОКР на  $i$ -м оборонном предприятии;

$I_j$  – объем инвестиционных ресурсов  $j$ -й отрасли и сферы экономики при потреблении инвестиционной продукции оборонных предприятий региона;

$P_i$  – возможный объем производственной мощности  $i$ -го оборонного предприятия для производства непрофильных продукции и НИОКР.

Тогда найти  $a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ ,  $rd_{ij}$ , при которых

$$V_{\text{ОПКрег}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (a_{ij} + b_{ij} + rd_{ij}) \rightarrow \max$$

– общий объем всех видов хозяйственной деятельности всех оборонных предприятий региона достигает максимальной величины в случае удовлетворения следующих ограничений:

$$\sum_{j=1}^m (a_{ij} + b_{ij} + rd_{ij}) \leq P_i$$

– общий объем всех видов работ на  $i$ -м оборонном предприятии не должен превышать возможный размер производственной мощности,  $i = 1, \dots, n$ ;

$$\left( \sum_{j=1}^m (a_{ij} + b_{ij} + rd_{ij}) \cdot s_i + \sum_{j=1}^m c_{ji} + \sum_{j=1}^m k_{ji} \right) \leq F_i$$

– общий объем затрат на производство непрофильных продукции и НИОКР  $i$ -го оборонного предприятия не должен быть больше доступных для этого средств предприятия,  $i = 1, \dots, n$ ;

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} \geq A_i$$

– объем производства неинвестиционной продукции на  $i$ -м предприятии не должен быть меньше потребности (спроса) в регионе,  $i = 1, \dots, n$ ;

$$\sum_{j=1}^m b_{ij} \geq B_i$$

– объем производства инвестиционной продукции на  $i$ -м предприятии не должен быть меньше потребности (спроса) в регионе,  $i = 1, \dots, n$ ;

или

$$\sum_{i=1}^n b_{ij} \leq I_j$$

– объем потребления инвестиционной продукции оборонных предприятий  $j$ -й отрасли и сферой экономики не должен быть больше инвестиционных возможностей этой отрасли,  $j = 1, \dots, m$ .

В результате реализации данной модели можно определить роль как всех оборонных предприятий в сумме, так и каждого отдельного предприятия в экономике региона, например в виде доли продукции предприятий, состоящей из оборонной и гражданской частей в прогнозном валовом региональном продукте.

### 5.3. ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПК

Спецификой моделирования процессов реформирования и реструктуризации ОПК является неполнота информации о результатах финансово-экономической деятельности предприятий ОПК. Поэтому одним из ключевых направлений анализа состояния ОПК РФ (а также совокупностей оборонных предприятий отдельных регионов либо отраслей) является создание системы экономико-статистических моделей, позволяющих корректно анализировать и прогнозировать поведение подобного специфического объекта моделирования.

При рассмотрении совокупности предприятий ОПК возникают следующие трудности:

1. При изучении динамики развития предприятий ОПК за 1990–2000-е годы возникает проблема сравнения результатов деятельности предприятий во времени (при отсутствии либо неполноте информации об изменении физических объемов). В течение 1990-х годов в экономике

.....

страны быстрыми темпами росли цены, причем в различных отраслях – по-разному. Поэтому дать точный ответ, во сколько раз, например, изменилось производство на конкретном предприятии по сравнению с началом 1990-х годов, на основании имеющейся информации представляется затруднительным.

2. Те предприятия ОПК, которые действовали в начале 1990-х годов, и те, что существуют в 2000-х годах на их местах, – зачастую не являются одними и теми же. Предприятие советских времен являлось единым целым, представляло собой технологическую систему с наличием всей производственной инфраструктуры. В 1990-е годы на ряде предприятий шли бурные процессы репрофилирования производства, и они могли менять номенклатуру продукции, поставщиков, потребителей и пр. Кроме того, с середины 1990-х годов широко стал применяться метод выделения производств. Как правило, выделялся рентабельный вид производства, оставляя нерентабельной части как большую часть долгов, так и большой объем фондов. В 2000-х годах в ОПК шел (и продолжает идти) процесс создания крупных интегрированных структур. В результате встает вопрос о сопоставимости предприятий за рассматриваемый период времени.

3. За последние 20 лет происходило изменение как форм статистической отчетности предприятий о результатах их экономической деятельности, так и форм представления агрегированной статистической информации.

4. За 1990-е годы во многом размылись отраслевые различия в ОПК. Внутри каждой из отраслей находились те предприятия, которые более успешно адаптировались к новым условиям хозяйствования, и те, что не смогли к ним приспособиться. Характерной чертой 1990-х годов следует считать отсутствие какой-либо отраслевой политики внутри страны. В 2000-х годах, как уже было отмечено выше, в ОПК создаются крупные интегрированные структуры холдингового типа, построенные по отраслевому принципу. Однако само по себе объединение предприятий в подобные структуры (зачастую механическое) не решает проблем выравнивания социально-экономического положения предприятий.

В результате, чтобы обойти вышеописанные трудности, при построении экономико-статистических моделей принимались следующие посылки:

а) вместо попыток количественно оценить произошедшие с каждым из предприятий в течение рассматриваемого периода изменения рассматривались изменения положения предприятий внутри совокупности друг относительно друга. Делалось предположение, что в определенной временной точке предприятия вполне сопоставимы между собой, и что все глобальные процессы, происходящие в экономике и затрудняющие сопоставление предприятий, о чем говорилось выше, повлияли на них примерно в равной степени;

б) осуществлен переход от уровня отраслей к уровню совокупности отдельных предприятий различных отраслей;

в) в качестве основы исследования выбрана наиболее простая и понятная система показателей (которые должны работать несмотря на все вышеописанные сложности):

- работающее предприятие должно приносить прибыль, следовательно, в качестве одного из главных компонент анализа выступает рентабельность производства;
- для того чтобы осуществлялся процесс производства, должен быть задействован такой фактор производства, как труд, и, следовательно, изучается динамика численности занятых и заработная плата на предприятиях;
- каждая технологическая цепочка должна приносить добавленную стоимость;
- несмотря на все пертурбации, происходившие за последние 20 лет с фондами предприятий (как в связи с выделением производств, так и в связи с переоценками фондов), сохраняется связь между объемами фондов и производством продукции – следовательно, рассматривается показатель фондоотдачи производства.

Методы экономико-статистического моделирования были применены, в частности, для анализа результатов деятельности оборонных предприятий Новосибирской области и Алтайского края в 1990–2000-х годах [Бажанов, Соколов, 1996, 1998, 2001, 2002; Соколов, 1997; Амосенок и др., 2008, с. 94–111].

Основными задачами исследования были следующие:

- 1) проанализировать типологическую структуру совокупности объектов ОПК в регионе, выявить однородные группы предприятий и исследовать причины выделения типологических групп (влияние территориальных факторов, масштабов предприятия, формы собственности, отраслевой принадлежности и др.);
- 2) разработать предложения по вариантам реструктуризации в отношении каждой из выделенных типологических групп;
- 3) рассмотреть взаимосвязь экономических показателей функционирования предприятий ОПК и построить экономико-статистические модели прогнозирования показателей экономической эффективности, выявить основные факторы, определяющие эффективность политики реструктуризации предприятий ОПК.

На рис. 5.6 приведена схема примененных при анализе состояния предприятий ОПК НСО и Алтайского края в 1990-х годах методов.

Все показатели, характеризующие деятельность предприятий, были разделены на две группы: «входные» – исходные показатели экономической, финансовой и социальной деятельности предприятий, содержащиеся в форме статистической отчетности предприятий № 1-КВП «Отчетность промышленного предприятия (объединения), осуществляющего конверсию», и «выходные» – расчетные показатели локальной эффективности.





\* Сравнение типологий.

\*\* Использование моделей, полученных для совокупности предприятий ОПК НСО, в качестве распознающей и прогнозирующей системы для предприятий ОПК Алтайского края.

Рис. 5.6. Блок-схема применяемых методов экономико-статистического моделирования состояния предприятий ОПК

Исходная информация содержала следующие содержательные блоки:

- объемы производства продукции;
- финансовые результаты деятельности предприятий;
- показатели, характеризующие результаты внешнеэкономических связей предприятий;
- социально-экономические показатели;
- расходы предприятий на мероприятия по конверсии и реструктуризации производства.

Важной особенностью предприятий ОПК является то, что они производят два вида разнородной продукции: военного и гражданского назначения. Таким образом, на основе имеющейся исходной информации был рассчитан ряд показателей структуры – производства продукции, ее экспорта, численности занятых в производстве продукции разных видов и пр. Также на основе исходной информации за исследуемый и базовый годы были рассчитаны показатели динамики производства, а именно: темпы

изменения объемов производства продукции, численности занятых, заработной платы. Все перечисленные рассчитанные показатели также были включены в состав «входных» показателей. Всего входной блок модели включал 33 показателя.

С целью установления общих закономерностей, определяющих сущность изучаемого явления, и снижения размерности «входных» показателей модели исходная база данных была проанализирована методами факторного анализа. В результате из исходного списка показателей было выделено 6 факторов. Содержательная интерпретация полученных факторов затруднена ввиду того, что каждый из них представляет из себя линейные комбинации всех исходных 33 признаков. Однако можно проинтерпретировать их, рассмотрев те признаки, которые имеют наибольший вес в каждом из факторов.

В *первом факторе* наибольшую факторную нагрузку имеют, с одной стороны, основные характеристики масштаба производства, а с другой стороны – признаки, характеризующие масштабы производства военной продукции.

Во *втором факторе* доминируют показатели, характеризующие, с одной стороны, производство гражданской продукции, а с другой стороны, показатели динамики.

В *третьем факторе* наибольшую факторную нагрузку имеют показатели, характеризующие социальный аспект.

В *четвертом факторе* доминируют показатели, характеризующие производство гражданской продукции (несколько иные, чем во втором факторе).

В *пятом факторе* наибольшую факторную нагрузку имеют показатели, отражающие структуру расходов предприятия на мероприятия по конверсии.

*Шестой фактор* отражает внешнеэкономические связи предприятий.

Первые три фактора объясняют почти  $\frac{3}{4}$  общей дисперсии, а в целом шесть факторов – более 92% дисперсии всей исходной совокупности показателей.

Для каждого из факторов осуществлялась ранжировка объектов (предприятий). Если в рассматриваемом факторе данный признак имел прямую зависимость (положительное значение величины факторной нагрузки признака), то ранжировка осуществлялась по принципу возрастания (предприятию, имеющему наибольшее значение признака, присваивается наивысший ранг); в случае обратной зависимости (отрицательное значение величины факторной нагрузки признака) – по принципу убывания. Средний ранг каждого предприятия в целом по фактору вычислялся как линейная комбинация рангов предприятий по отдельным признакам. Интерпретируя модуль факторной нагрузки признака в качестве веса признака в данном факторе, далее производилось нормирование значения ранга предприятия по фактору: каждый полученный для предприятия показатель был разделен на общую сумму весов в факторе. На основе полученных таким образом рангов отдельных предприятий для каждого

фактора вычислялся средний ранг предприятия по всем рассматриваемым факторам. В качестве веса каждого фактора рассматривалась доля суммарной дисперсии всего многофакторного пространства, объясняемая данным фактором.

На следующем этапе анализа из общей совокупности оборонных предприятий Новосибирской области в соответствии с результатами ранжировки с помощью методов кластерного анализа были выделены три типологические группы, характеризующиеся различными особенностями текущего состояния и тенденциями развития:

- *первая группа*: предприятия, находящиеся в глубоком кризисе;
- *вторая группа*: предприятия, составляющие «срединный слой» общей совокупности;
- *третья группа*: предприятия, сумевшие приспособиться к новым экономическим условиям.

Таблица 5.5

**Значимость различий между типологическими группами оборонных предприятий Новосибирской области для «выходных» показателей модели (в исследуемом году)**

«Выходные» показатели	Значимость различий*
Производительность труда в выпуске продукции в целом	+
Производительность труда в выпуске гражданской продукции	+
Рентабельность (к себестоимости) производства продукции	+
Рентабельность (к себестоимости) производства гражданской продукции	+
Рентабельность продаж продукции в целом	+
Рентабельность продаж гражданской продукции	+
Среднемесячная заработная плата занятых в целом по предприятию	+
Среднемесячная заработная плата занятых в производстве гражданской продукции	+
Доля продукции, экспортированной за пределы РФ, в общем объеме произведенной продукции в целом	–
Доля продукции, экспортированной за пределы РФ, в общем объеме произведенной гражданской продукции	–
Удельные расходы предприятия (на единицу выпускаемой продукции) на мероприятия по конверсии	–
Отношение суммы собственных средств предприятий, расходуемых на мероприятия по конверсии и перепрофилированию производства, к объему их балансовой прибыли	–

\* В графе «Значимость различий» «+» означает, что для признака различия между группами значимы на 10%-м уровне, «–» не значимы на уровне 10%.

Обоснованность выделения подобных групп проверялась с помощью методов дисперсионного анализа. Для всего множества «входных» и «выходных» показателей рассчитывалось отношение межгрупповой и внутригрупповой дисперсий (на одну степень свободы) и сравнивалось с табличным значением. Результаты дисперсионного анализа для «выходных» показателей приведены в табл. 5.5. Как видно из приведенных в таблице данных, для таких показателей, как производительность труда, рентабельность и заработная плата, различия между группами оказались значимыми. В то же время результаты анализа свидетельствуют о слабой зависимости состояния предприятий от их ориентации на экспорт продукции и от степени инвестирования средств на перепрофилирование производства.

Также было проанализировано влияние на разделение общей региональной совокупности оборонных предприятий на отдельные типологические группы ряда факторов:

- в каждой из выделенных типологических групп находились представители разных *форм собственности*, из чего был сделан вывод, что она, по всей видимости, не является фактором, влияющим на состояние предприятий оборонной промышленности.
- предприятия различной *отраслевой принадлежности*, напротив, попадали, как правило, в разные типологические группы – из чего делался вывод о значимости этого фактора для анализа их состояния.
- *величина* оборонных предприятий в базовом году не являлась фактором, определяющим их состояние в исследуемом году.
- состояние предприятий мало зависело от показателей *структуры производства и занятости (военная/гражданская продукция)*.

Полностью работа, аналогичная изложенной выше, была проведена и для совокупности оборонных предприятий Алтайского края.

Заключительным шагом являлась проверка возможности прогнозирования по моделям, построенным на базе информации по функционированию оборонных предприятий одного региона (Новосибирской области – как более крупного и содержательно более полного объекта), результатов функционирования оборонных предприятий другого региона (Алтайского края). Для этого в каждой типологической группе, полученной в результате анализа совокупности оборонных предприятий Новосибирской области, были определены доверительные интервалы ряда «входных» и «выходных» показателей, и рассмотрена принадлежность значений показателей оборонных предприятий Алтайского края полученным доверительным интервалам. Результаты анализа представлены в табл. 5.6.

Отметим, что данные предприятия VI по ряду показателей выходят за нижнюю границу доверительных интервалов для первой типологической группы оборонных предприятий Новосибирской области; предприятие II,

в ранжировке совокупности оборонных предприятий Алтайского края отнесенное ко второй группе, явно тяготеет к новосибирской третьей группе, а предприятие I – к первой новосибирской (см. табл. 5.6).

Таблица 5.6

**Анализ соответствия значений ряда «входных» и «выходных» показателей оборонных предприятий Алтайского края доверительным интервалам типологических групп оборонных предприятий Новосибирской области**

Показатель	Предприятие (№ п/п)										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	Принадлежность к группе по результатам классификации оборонных предприятий Алтайского края										
	2	2	2	2	3	1	3	2	1	2	2
	Принадлежность к группе оборонных предприятий Новосибирской области по анализу соответствия доверительным интервалам										
<b>«Выходные» показатели</b>											
Производительность труда	2	2	2	1	3	1	3	2	2	2	2
Рентабельность (к себестоимости) производства продукции	1	3	2	2	3	1	3	1	1	2	2
<b>«Входные» показатели</b>											
Объем производства продукции	1	3	2	2	3	1*	3	2	1	2	1
Балансовая прибыль	1	3	2	2	3	1*	3	2	1	2	2
Прибыль от реализации продукции	1	3	2	2	3	1*	3	1	1	2	2
Экспорт продукции	1	3	1	2	3	1	3	3	1	1	1
Численность занятых	1	3	3	3	2	1	3	3	1	2	1
Расходы на конверсию	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
Фонд оплаты труда	1	3	2	2	3	1*	3	2	1	2	1

\*Значение показателя выходит за нижнюю границу доверительного интервала первой типологической группы оборонных предприятий Новосибирской области.

В целом можно отметить, что между этими различными ранжировками есть четкое соответствие, что дает возможность оценивать предприятия различных региональных совокупностей оборонных предприятий путем сопоставления соответствия показателей их деятельности доверительным интервалам типологических групп базовой региональной совокупности, и в соответствии с попаданием в различные типологические группы создавать сценарии их развития и рекомендовать разные меры по достижению целей устойчивого развития предприятий (в частности меры финансовой и иной помощи со стороны государства). В то же время результаты анализа свидетельствуют, что подобное выделение в соответствующую типологическую группу нельзя осуществлять по малому числу основных показателей.

Таким образом, данное исследование позволило:

- ✓ адаптировать методику многомерного статистического анализа и исследования типологической структуры совокупности предприятий для оценки результатов функционирования реструктурируемых оборонных предприятий;
- ✓ сформировать на базе исследования типологий предприятий ОПК классификационную экономико-статистическую модель, позволяющую прогнозировать экономическую эффективность функционирования предприятий;
- ✓ оценить взаимосвязи экономических показателей функционирования предприятий ОПК для анализа и прогнозирования изменений эффективности экономической деятельности в связи с изменением формы собственности, масштабов деятельности, отраслевой принадлежности предприятий;
- ✓ апробировать предложенный методический подход для предприятий ОПК Новосибирской области и Алтайского края;
- ✓ выделить для каждого региона типологические группы предприятий и дать соответствующие рекомендации по применению методов селективной политики к отдельным группам предприятий;
- ✓ использовать полученную для совокупности оборонных предприятий региона классификационную модель в качестве распознающей и прогнозирующей системы для исследования оборонных предприятий других регионов.

#### **5.4. МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ**

Меняющиеся условия экономического развития, обусловленные глубокими экономическими и институциональными трансформациями российской экономики, требуют адекватных методов при разработке стратегических планов развития промышленности. Значительный опыт программно-целевого планирования, накопленный в нашей стране за последние несколько десятков лет, в сегодняшних условиях нуждается в серьезной доработке и адаптации к новым реалиям [Инвестиционные методы..., 2003].

Для того чтобы в условиях ограниченных ресурсов определить наиболее важные (приоритетные) направления развития компании или регионального промышленного комплекса, необходим инструментарий, позволяющий установить степень влияния отдельных элементов промышленной политики на достижение поставленной цели. Иными словами, необходимо оценить воздействие различных компонент системы на всю систему. В своих стратегических решениях компании и региональные власти должны опираться на объективную и своевременную аналитическую информацию о действенно-

сти используемых инструментов, иметь в своем арсенале достаточно широкий набор эффективных методик, позволяющих не только генерировать идеи, разрабатывать планы и программы развития, но и проводить их всесторонний анализ, качественную оценку и тестирование. Это позволит принимать более продуманные решения, не проводя в очередной раз эксперименты на хозяйствующих субъектах.

В процессе принятия решений важную роль играет правильное представление сложившейся ситуации в области развития промышленных производств, учет основных факторов и тенденций, определение путей эффективного достижения поставленных целей. Задача целеполагания является базовой при построении системы управления развитием регионального промышленного комплекса и при реализации интеграционных стратегий компаний. Несмотря на бесспорную необходимость исследования проблем стратегического управления развитием промышленности научные исследования в этом направлении только начинаются.

Большинство методов, получивших распространение в управлении сложными системами, относятся к классу методов *оценки многокритериальных альтернатив*, разработанных для принятия решений в условиях неопределенности и риска. Суть многокритериального подхода заключается в том, что на основании предпочтений лиц, принимающих решения (ЛПР), очерчивается область допустимых решений управленческой задачи, и в этой области производится поиск наиболее эффективного решения. Как показывает опыт, основная трудность состоит не столько в сравнении стратегических вариантов (контрастных сценариев), сколько в разработке каждого из них. Для частичного разрешения этой проблемы предлагаются декомпозиционно-синтетические подходы, основанные на аппарате интерактивных процедур с использованием экспертных оценок. Сложная система рассматривается в виде иерархической структуры, которая позволяет находить оптимальные показатели локальной устойчивости для нижних уровней иерархии, а затем с помощью соответствующих процедур «согласования интересов» оценивается качество локальной устойчивости верхних уровней. Следует особо подчеркнуть, что моделирование сложных систем невозможно без предварительного и тщательного изучения предметной области – промышленной политики, механизмов, инструментов, целевых интересов акторов. Наиболее перспективными методами в области принятия решений, как представляется, являются следующие: MAUT, ELECTRE и МАИ [Ларичев, 2002].

➤ *Метод теории полезности со многими признаками (MAUT).*

Метод MAUT (Multi Attribute Utility Theory) разработан для построения моделей в условиях неопределенности. Подход MAUT реализуется в следующей последовательности: сначала разрабатываются перечни критериев, затем строятся функции полезности по каждому из критериев. После этого проверяются определенные условия, выдвигаемые методом, и формируется

многокритериальная функция полезности (как зависимость между оценками альтернатив по критериям и общим качеством альтернативы). Завершающим этапом является оценка всех имеющихся альтернатив и выбор среди них наилучшей. При принятии многоцелевых решений в качестве критерия выбора рационального решения используется суммарная функция общей полезности (ценности, приоритетов). Под полезностью понимают воображаемую психологическую и потребительскую ценность различных благ, в том числе социальных и общественных. Ценность различных альтернативных решений определяется экспертом или ЛПР путем мысленного взвешивания этих альтернатив с точки зрения их полезности для достижения поставленной цели. Каждая альтернатива описывается значениями критериев низшего уровня, полученных при декомпозиции главной цели задачи.

Метод MAUT имеет как неоспоримые достоинства, так и трудности в использовании (табл. 5.7).

Метод MAUT возможно применять при условии, что критерии при проведении политики поддержки предпринимательства или интеграционной стратегии компании количественно определены. Однако в большинстве случаев это сделать достаточно сложно ввиду большого числа неформализуемых параметров, немаловажных при слиянии – таких, например, как корпоративная культура, стиль руководства, нематериальные активы и т.д. Применение данной методики к определению приоритетной стратегии развития компании не представляется невозможным, однако оценка эффективности будет получена лишь приближительная.

Таблица 5.7

#### Преимущества и недостатки метода MAUT

Достоинства	Трудности использования
Теоретически обоснованный метод нахождения решения в условиях многокритериальности. Используется строгий математический аппарат	Требуется выполнение достаточно строгих условий для проведения корректного поиска приоритетного решения, что усложняет алгоритм расчета рациональной полезности
Строгое обоснование вида функции полезности	Предусматривается привлечение экспертов для оценивания определенных параметров функций полезности, а, следовательно, имеют место все недостатки, которые возникают в связи с нерациональностью человеческого поведения
Позволяет определить полезность (значимость) каждой из альтернатив	Унификация процедуры работы с экспертами (ЛПР) требует дополнительных проработок и временных затрат; при практическом применении метод отличается значительной трудоемкостью и большими затратами времени на работу с экспертами (ЛПР) и расчет данных

Источник: [Носова и др., 2004].



➤ *Метод оценки многокритериальных альтернатив (ELECTRE)*

Метод ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) представлен несколькими модификациями, реализующими процедуру принятия решений при многих критериях. Этот метод относится к подходам, которые получили название «разработка индексов сравнения альтернатив». Метод ELECTRE позволяет определить для каждой пары альтернатив индексы согласия (конкорданса) и несогласия (дискорданса). В соответствии с индексами делается вывод о превосходстве одной альтернативы над другой.

Метод ELECTRE имеет методологическое отличие от системы MAUT, свои достоинства и недостатки (табл. 5.8). В методе MAUT по умолчанию предполагается, что основные предпочтения сформированы ЛПР на первых этапах, которые не связаны с процедурой принятия решения. В связи с этим предпочтения при сравнении оценок и назначении весов формируются одновременно на одном из этапов процедуры принятия решений. Все корректировки и уточнения сформированных оценок осуществляются на заключительных этапах применения метода.

Алгоритм выбора оптимального решения ELECTRE несколько отличается от метода MAUT. В ходе реализации метода генерируются различные варианты решения проблемы; множество вариантов решений обеспечивается набором решающих правил, которые формируются в виде индексов попарного сравнения альтернатив.

Таблица 5.8

**Отличительные особенности метода ELECTRE**

Преимущества	Сложности в использовании
Метод позволяет привлекать к выбору оптимальной альтернативы группы экспертов, что повышает объективность принятия решений. Поэтапность выявления предпочтений и исследования кластеров альтернатив позволяет ЛПР провести детальный анализ результатов на каждом этапе и более обоснованно сформировать свои предпочтения	Как правило, не выполняются два важных условия: полнота сравнений и транзитивность. Это может привести, с одной стороны, к выбору неоптимального варианта решения, а, с другой, – к нарушению логики процесса принятия решения
Возможность выявления альтернативы с противоречивыми оценками на основании отношения несравнимости, что позволяет более обоснованно выделить ядро результативных решений	На практике встречаются случаи, когда в ходе выбора между различными альтернативами возникают циклические процессы. В этом случае усложняется алгоритм сравнения многокритериальных альтернатив
Индексы сравнения позволяют учесть неточности в данных и выявить противоречивость в мнениях экспертов	Введение уровней несогласия или порогов вето не позволяет объявить альтернативу $A_i$ при парном сравнении более предпочтительной, если по одному или нескольким критериям она существенно уступает альтернативе $A_j$

Источник: [Носова и др., 2004].

В процессе использования подхода попарного сравнения альтернатив выделяют два этапа:

- 1) этап построения индексов попарного сравнения альтернатив, который еще называют этапом разработки;
- 2) этап ранжирования или классификации сформулированных альтернатив на основе сконструированных индексов. Этот этап получил название этапа исследования.

Индексы попарного сравнения альтернатив в большинстве методов строятся на основе принципов конкорданса (согласия) и дискорданса (несогласия). В соответствии с этими принципами, альтернатива  $A_i$  является, по крайней мере, не худшей, чем альтернатива  $A_j$ , если

- «достаточное большинство» критериев поддерживает это утверждение (принцип согласия);
- «возражения» по остальным критериям «не слишком сильны» (принцип малого несогласия).

Хотя методы ELECTRE были первично предложены как эвристические, имеется немало работ по их аксиоматическому обоснованию. В частности, исследования показали, что проблема создания системы индексов, гарантирующих заданные желательные свойства метода, близка к проблеме построения правил коллективного выбора. Данный метод также может быть использован при анализе процессов эффективности слияний/поглощений на этапе *ex ante*, однако учет влияния заинтересованных/противодействующих сторон представляется затруднительным. Поскольку специфика метода такова, что предполагается большое число акторов, участвующих в принятии решения, а при интеграционных стратегиях «слияние/поглощение» это невыполнимо, то методы ELECTRA имеют ограниченное применение. Циклические процессы при выборе альтернативы сдерживают использование этого метода при разработке стратегических планов развития промышленных производств и поддержке предпринимательских инициатив.

➤ *Метод анализа иерархий (МАИ)*

Метод анализа иерархий базируется на математическом аппарате, разработанном Т. Саати, и предназначен для решения практических многокритериальных оптимизационных задач [Саати, Кернс, 1991].

В работах Т. Саати показано, что МАИ вбирает в себя основные свойства, присущие теории систем, и хорошо объясняет поведение систем с обратной связью. Другими словами, МАИ является методом для решения проблем, возникающих в больших системах, к которым относятся общественные системы различного уровня сложности. МАИ позволяет системным образом иерархически представлять элементы любого сложного объекта (проблемы). В МАИ требуется декомпозировать проблему на более простые составляющие, после чего производится обработка суждения ЛПР по технологии пар-

ных сравнений. Этим самым системно может быть выражена интенсивность взаимодействия элементов иерархии. На этапе синтеза множественных суждений определяется приоритетность альтернативных решений.

Метод анализа иерархий получил в последнее время довольно широкое распространение для разработки программ социально-экономического характера. МАИ, являясь системной процедурой, на практике подтвердил свою эффективность при решении задач стратегического планирования и управления. МАИ имеет большое число практических реализаций в отличие от других многокритериальных методов поиска оптимальных альтернатив.

Метод состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и дальнейшей обработке последовательности суждений ЛПР по парным сравнениям. Процесс может быть проведен над последовательностью иерархий: в этом случае результаты, полученные в одной из них, используются в качестве входных данных при изучении следующей. В результате может быть выражена относительная степень (интенсивность) взаимодействия элементов в иерархии. Эти суждения затем выражаются численно.

На первом этапе метода необходимо структурировать задачу в виде иерархии. В зависимости от постановки задачи – получения наиболее вероятного сценария, исходя из существующего состояния или определения политики управления, которая поможет достичь наиболее желаемого сценария, – выделяют два типа иерархий: соответственно иерархию прямого и обратного процессов. В процессе планирования применяют оба типа (табл. 5.9). На втором этапе ЛПР выполняет попарные сравнения элементов каждого уровня с помощью соответствующей шкалы оценок.

Таблица 5.9

#### Типы иерархий, используемые в планировании

Иерархия прямого процесса	Иерархия обратного процесса
1. Макроограничения окружающей среды 2. Социальные и политические ограничения 3. Силы 4. Цели 5. Акторы 6. Цели акторов 7. Политики акторов 8. Контрастные сценарии 9. Обобщенный сценарий*	1. Предварительные сценарии 2. Проблемы и возможности 3. Акторы и коалиции 4. Цели акторов 5. Политики акторов 6. Отдельные политики управления, влияющие на результат

\* Структура иерархии не представляет собой жесткой конструкции, и для отдельных задач некоторые из уровней могут быть исключены.

Метод анализа иерархии включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений.

Большим преимуществом методики Т. Саати является возможность оценить еще и качество экспертизы, для чего автором предложен специальный критерий. Поскольку оценки экспертов могут быть противоречивыми, т.е. какие-либо факторы могут быть оценены одновременно как более, так и менее предпочтительные, получив решение уравнения  $Aw = \lambda_{\max} w$ , можно судить о его качестве по тому, насколько  $\lambda_{\max}$  близко к величине  $n$ , т.е. насколько точны определяемые значения важности  $(w_1, \dots, w_n)$ .

Критерий качества экспертизы рассчитывается с помощью индекса непротиворечивости оценок (ИН), вычисляемого по формуле

$$\text{ИН} = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1),$$

где  $n$  – число сравниваемых элементов. ИН соотносится с табличной величиной «случайной непротиворечивости» (СН) оценок, полученных в результате усреднения серии случайных выборок элементов матрицы  $A$ .

Если разделить индекс непротиворечивости на значение, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка, получается индекс относительной непротиворечивости (ОН=ИН/СН). Приемлемым считается значение ОН не более 0,10 (или 10%). В некоторых случаях берется значение 0,20 (20%).

Заполненная экспертом матрица подвергается математической обработке, в результате которой находится вектор собственных значений матрицы парных сравнений. Для удобства использования собственный вектор матрицы нормализуется по сумме к единице.

Таким образом, полученный нормализованный вектор содержит искомые оценки относительной важности оцениваемых параметров, которые отражают соответствующие представления заполнившего опросный лист эксперта. Каждый элемент вектора показывает в долях единицы вклад соответствующего элемента в общую оценку.

На основе проведенного сравнительного анализа методов оценки многокритериальных альтернатив, для анализа процессов управления промышленным комплексом региона и осуществления интеграционной стратегии компаний более предпочтительным является метод аналитической иерархии. Одним из достоинств метода является, прежде всего, включение в модель широкого круга участников-акторов (табл. 5.10). С точки зрения качественных критериев, использование экспертных суждений в данном методе позволяет не только провести комплексную оценку институциональных компонент стратегии и промышленной политики, но и провести предварительный анализ обоснованности выбранного решения.

Таблица 5.10

**Сравнительная характеристика методов  
MAUT, МАИ и ELECTRA**

Многокритериальная теория полезности (MAUT)	Метод аналитической иерархии (МАИ)	Методы ELECTRA
<i>Основные положения</i>		
Является развитием теории полезности, имеет аксиоматическое обоснование: вводятся аксиомы и доказывается существование функции полезности в той или иной форме. Особую роль играют аксиомы независимости: отношения между частью критериальных оценок не зависят от фиксированных значений по другим критериям	Можно выделить следующую общую схему структуризации задачи: цели – критерии – альтернативы. На каждом уровне иерархии осуществляется попарное сравнение элементов уровня при помощи вербальной шкалы относительной важности. Результаты сравнения переводятся в числа в соответствии с заданной количественной шкалой	Методы ELECTRE основаны на определении бинарного отношения превосходства альтернатив по качеству. Методы позволяют определять для каждой пары альтернатив индексы согласия и несогласия с гипотезой, что одна из альтернатив превосходит другую. Последовательное выделение ядер позволяет упорядочить альтернативы
<i>Сравнительные преимущества</i>		
С помощью методов MAUT возможно определить полезность каждой из альтернатив. Многокритериальная теория полезности позволяет получить поле в интервальной шкале	На каждом этапе работы экспертов проводится проверка согласованности суждений с помощью индекса относительной непротиворечивости. МАИ позволяет получить, в отличие от MAUT, приоритеты в шкале отношений	Поэтапность выявления предпочтений ЛПР в процессе назначения уровней согласия и несогласия и изучения ядер. Использование отношения несравнимости позволяет выделить пары альтернатив с противоречивыми оценками, остановиться на ядре, выделение которого обоснованно с точки зрения имеющейся информации
<i>Сравнительные недостатки</i>		
Различные методы выявления весов критериев приводят к различным результатам	Введение новой альтернативы может в общем случае привести к изменению отношений предпочтений между другими альтернативами	Подход не гарантирует выполнения условий полноты и транзитивности

Источники: [Ларичев, 2002; Носова и др., 2004; Саати, Кернс, 1991].

Рассмотрим практическое применение метода аналитической иерархии на примере выбора направлений промышленной политики и повышения конкурентоспособности машинотехнической продукции региона (НСО). МАИ предусматривает структурирование активной промышленной политики (АПП) в виде иерархий, которые в наиболее общем виде строятся с вершины (целей – с точки зрения управления), через промежуточные уровни (критерии, от которых зависят последующие уровни) к самому низкому уровню (который обычно является перечнем альтернатив). В дальнейшем элементы одного уровня иерархии сравниваются между собой для выявления воздействия (влияния) каждого из них на элементы вышестоящего уровня. На элементах иерархии с наибольшими величинами важности в дальнейшем концентрируется внимание при разработке промышленной политики.

При его использовании формулируется цель (система целей), выделяются направления достижения этих целей (эти направления называют контрастными сценариями), и затем в виде обобщенного сценария проводится описание действий участников, определяющих промышленную политику в регионе (рис. 5.7).

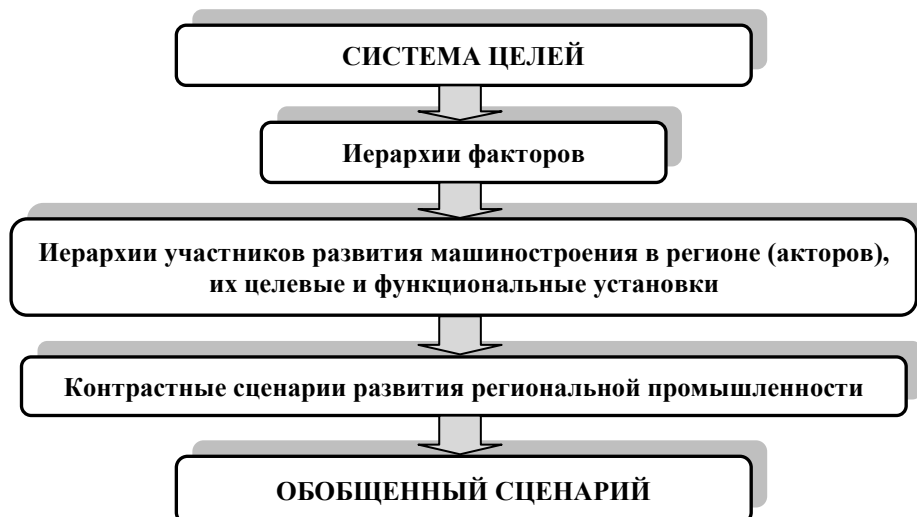


Рис. 5.7. Логическая схема построения сценария повышения конкурентоспособности машинотехнической продукции

При формировании схемы построения сценария на этапе анализа выделяются основные участники управления процессами промышленного развития региона (акторы), которые так или иначе влияют на цель управления. Для каждой выделенной группы участников определяются их интересы и функциональные установки. На заключительном шаге анализа формулируется группа контрастных сценариев развития региональной промышленности для повышения конкурентоспособности продукции.

Системный анализ многоуровневого управления промышленным развитием региона, изучение взаимосвязи экономических механизмов и инструментов поддержки машиностроительных производств, направленных на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции и уровня их инвестиционно-инновационной активности, являются наиболее ответственными этапами разработки проекта активной промышленной политики [Лугачева, 2007].

Многоуровневое моделирование процесса повышения конкурентоспособности регионального машиностроения включает верхние и нижние уровни иерархии. Логическая схема верхнего уровня иерархии повышения конкурентоспособности машинотехнической продукции включает уровни с I по VI.

I. Генеральная цель – повышение конкурентоспособности машинотехнической продукции.

II. Первичные критерии (условия):

II.1. Финансовые возможности (бюджет);

II.2. Технология управления;

II.3. Материально-технические ресурсы;

II.4. Трудовые ресурсы;

II.5. Информационные ресурсы.

III. Группы факторов, определяющих развитие машиностроения:

III.1. Макроэкономические факторы: уровень инвестиционного развития производства; бюджетная политика; состояние кредитно-денежной системы, таможенно-тарифная политика;

III.2. Факторы изменения конъюнктуры рынка машинотехнической продукции: импортозамещение; рост спроса фондопотребляющих отраслей; расширение рынка сбыта;

III.3. Факторы повышения эффективности роста машиностроительного производства: сильный менеджмент; диверсификация; снижение издержек; обновление основного капитала;

III.4. Факторы, стимулирующие инновации в машиностроении:

– финансово-экономические: достаточность собственных денежных средств; финансовая поддержка со стороны государства; реальный платежеспособный спрос на новые продукты; умеренная стоимость нововведений; невысокий экономический риск; приемлемые сроки окупаемости нововведений;

– инновационно-производственные: высокий инновационный потенциал организации; наличие квалифицированного персонала; достаточность информации о новых технологиях; наличие информации о рынках сбыта; восприимчивость организации; возможность для кооперирования с другими предприятиями и научными организациями;

– ликвидация инновационных барьеров: принятие законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих и стимулирующих

инновационную деятельность; определенность сроков инновационного процесса; развитость инновационной инфраструктуры (посреднические, информационные, юридические, банковские, прочие услуги); развитость рынка технологии.

IV. Механизмы (классификация основных механизмов АПП в регионе и основные контуры взаимоотношений между властью и хозяйствующими субъектами области):

IV.1. Механизм мобилизации инвестиционного потенциала области опирается на инвестиционные конкурсы, поддержку эмиссии ценных бумаг и лизинга, систему инвестиционных рейтингов кредитоспособности, поддержку через региональное Агентство инвестиционного развития, Инвестиционный залоговый фонд;

IV.2. Механизм инновационного развития включает: особую экономическую зону (ОЭЗ); создание и поддержание технопарков, бизнес-инкубаторов, систему инжиниринговых фирм; развитие венчурного малого бизнеса; активизацию системы государственных гарантий инноваций; развитие банка данных в инновациях; активизацию бюджетно-налогового ресурса в инновационных целях;

IV.3. Региональные программы: государственный (региональный) заказ; муниципальный заказ;

IV.4. «Административный ресурс», включающий звенья: формирование организационно-институциональных структур на региональном уровне; региональную и муниципальную инфраструктуры для поддержки обрабатывающей промышленности; лоббирование участия предприятий субъектов Федерации в федеральных целевых программах; инициирование спроса на машиностроительную продукцию; продвижение машин и производственного оборудования на внутренние и внешние рынки.

V. Инструменты региональной активной промышленной политики:

V.1. Налоговые – преференции в рамках налоговых нормативов на субфедеральном уровне;

V.2. Тарифные – предназначенные для снижения издержек и поддержания высоких темпов роста;

V.3. Финансовые – стимулирующие активность инвестиционного процесса в области;

V.4. Инфраструктурные – предназначенные для снижения транзакционных издержек предприятий;

V.5. Организационные – способствующие продвижению товаров на рынок;

V.6. Инструменты продвижения инноваций.

VI. Группы участников процесса промышленного развития (табл. 5.11).



Таблица 5.11

**Актеры многоуровневой системы управления  
промышленным развитием**

Актеры промышленного развития	Состав участников многоуровневой системы управления промышленным развитием
Хозяйствующие субъекты машиностроения	Малые, средние и крупные предприятия гражданского машиностроения, оборонно-промышленного комплекса
Институты регионального промышленного развития	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Институты партнерства, занимающиеся выработкой стратегий развития промышленности</li> <li>• Институты поддержки развития и мониторинга функционирования промышленности</li> <li>• Институты партнерства, представляющие интересы предпринимателей</li> <li>• Институты расширения рынков сбыта продукции</li> </ul>
Властные структуры	Властные структуры исполнительные и законодательные: федерального, регионального, местного уровня

VII. Институциональные единицы машиностроения (хозяйствующие субъекты регионального машиностроения) представляют нижний уровень иерархии, в логическую схему которого входят также группы и категории, функциональные и целевые установки хозяйствующих субъектов регионального машиностроения.

VIII. Группы хозяйствующих субъектов регионального машиностроения: малые предприятия; крупные и средние предприятия гражданского машиностроения; крупные и средние предприятия оборонно-промышленного комплекса.

IX. Категории хозяйствующих субъектов регионального машиностроения (табл. 5.12).

X. Функциональные и целевые установки акторов:

*а) малых предприятий:*

– инновационных: оптимизация выбора продукта; выбор партнеров; отладка маркетинга; эффективная технология; защита интеллектуальной собственности; доступ к имущественным ресурсам;

– организующих опытное производство: доступ к государственным гарантиям; решение сбытовых проблем; грамотная финансовая политика; ориентация на узкоадресную поддержку; устранение дефицита квалифицированных работников;

– производственных предприятий: увеличение объема реализации; ориентация на потребителя; обновление ассортимента производимой продукции; обновление оборудования по мере возникновения потребностей; поиск субконтрактов; доступ к микрофинансированию;

Таблица 5.12

**Группы и категории хозяйствующих субъектов  
машиностроения**

Группы хозяйствующих субъектов регионального машиностроения	Категории хозяйствующих субъектов регионального машиностроения
Малые предприятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инновационные</li> <li>• Организующие опытное производство</li> <li>• Производственные</li> <li>• Инжиниринговые</li> </ul>
Крупные и средние предприятия гражданского машиностроения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неинтегрированные предприятия</li> <li>• Входящие в состав интегрированных структур</li> </ul>
Крупные и средние предприятия оборонно-промышленного комплекса	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Входящие в кластер</li> <li>• Преимущественно работающих по оборонному заказу</li> <li>• Частично перепрофилировавшиеся на выпуск гражданской продукции (ГП)</li> <li>• Полностью перепрофилировавшиеся на выпуск ГП</li> </ul>

– инжиниринговых предприятий: разработки специальных схем кредитования с участием донорских денег; кооперация с дилерской сетью производителей;

*б) крупных и средних предприятий гражданского машиностроения:*

– неинтегрированных предприятий: изменение структуры выпуска; развитие новых технологий; удержание позиций на рынках; использование лизинга; развитие дилерской сети и товаропроизводящей сети; устранение диспропорции в обеспечении трудовыми ресурсами; решение институционально-юридических проблем; переход к новым технологиям финансового планирования; модернизация производственных мощностей; привлечение стратегических инвесторов и/или налаживание долгосрочного сотрудничества с банками или другими кредиторами;

– входящих в состав интегрированных структур: стремление к технологическому лидерству; борьба за новые рынки сбыта; создание рекламно-информационной сети; рационализация налогообложения; установление прочного контроля за рынками соседних областей с помощью союза с властными структурами;

*в) крупных и средних предприятий оборонно-промышленного комплекса:*

– входящих в кластер: распространение инноваций на всю цепочку создания стоимости; создание единого логистического окна для взаимодействия с внешней средой; минимизация транзакционных издержек; рост специализации и качества за счет сочетания административной и научно-технологической инфраструктуры; взаимодействие с внутренним потребите-

лем; кооперация с использованием аппарата снабжения и распределения единого логистического окна; экспансия на новые рынки;

– преимущественно работающих по оборонному заказу: надежность компонентов; технологический прорыв в области оборонных технологий; новые разработки в плане модернизации техники; участие в престижных международных выставках; коммерциализация разработок; реструктуризация и разукрупнение, применение нетрадиционных методов адаптации к рынку;

– частично перепрофилировавшихся на гражданскую продукцию: реализация продукции по лизингу; выпуск инновационной гражданской продукции; кооперация с ЦКБ и НИИ; выпуск по непосредственным заказам потребителя; выход на внешний рынок; привлечение высококвалифицированных кадров;

– полностью перепрофилировавшихся на гражданскую продукцию: диверсификация производства; погашение долгов; организация непрофильного производства; повышение качества управления менеджмента; ликвидация излишней занятости; эффективное использование имущественного комплекса; эффективная ценовая политика.

На заключительном шаге анализа формулируется группа контрастных сценариев развития регионального машиностроения для достижения повышения конкурентоспособности машинотехнической продукции [Лугачева, 2006].

После определения интересов, функциональных и целевых установок у категорий хозяйствующих субъектов регионального машиностроения необходимо рассмотреть сформированные экспертами контрастные сценарии развития регионального машиностроительного комплекса, в частности:

*Сценарий 1.* Сохранение сложившихся тенденций в развитии машиностроения (статус-кво).

*Сценарий 2.* Региональная интеграция на основе кластерного подхода.

*Сценарий 3.* Создание новой экспортоориентированной продукции.

*Сценарий 4.* Селективная поддержка высокотехнологичных, новых наукоемких производств, отдельных предприятий.

*Сценарий 5.* Содействие кредитованию предприятий.

*Сценарий 6.* Содействие установлению более тесных кооперационных связей субъектов малого, среднего и крупного предпринимательства.

*Сценарий 7.* Преодоление распада межрегиональных связей, ориентация на внутренние рынки.

В качестве экспертов выступили специалисты в области управления промышленной политикой (Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (ИЭОПП СО РАН), Новосибирская государственная академия экономики и управления (НГАЭиУ), Новосибирский институт информации и регионального управления (НИИРУ). Кроме того, контрастные сценарии формировались на основе информационно-

целевого анализа большого массива различных текстов (монографий, статей, документов, представленных региональными и местными властными структурами) по темам, связанным с формированием региональной промышленной политики.

Анализ контрастных сценариев позволяет перейти к разработке обобщенного сценария. Оценки их относительной значимости (удельный вес) для достижения генеральной цели могут быть определены методом парных сравнений на основе экспертных оценок. Каждый из семи сценариев оценивается с позиций отдельных акторов, заинтересованных в достижении поставленной цели: различных групп хозяйствующих субъектов машиностроения, институтов промышленного развития региона, властных структур. В результате можно представить институциональное поле, отвечающее интересам различных субъектов регионального машиностроения.

В результате системного анализа подходов к решению проблемы повышения конкурентоспособности машинотехнической продукции Новосибирской области оказалось, что наиболее весомой (значимой) является политика региональной интеграции на основе кластеров, в силу особенности структуры машиностроительного производства и сложившейся системы управления фундаментальной наукой на сибирской территории. Кластерный подход дает возможность активизировать деятельность регионального звена управления с привлечением местных финансов.

Присутствие крупных наукоемких машиностроительных производств в Новосибирской области создает необходимую среду для взаимодействия между научными и производственными организациями, образуя так называемые инновационные кластеры.

Использование методов оценки многокритериальных альтернатив в условиях неопределенности позволяет осуществить стратегический выбор на основе интуиции и коллективного опыта специалистов-экспертов. Такой путь, как показывает отечественная и зарубежная практика, является наиболее эффективным для решения проблем большой сложности (так называемых «мягких проблем»), к числу которых относятся и задачи управления региональными промышленными комплексами.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алямов А.Э., Бажанов В.А. Оптимизация в программах инновационного развития ОПК – системный подход // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2010. – № 4. – С. 124–136.
- Амосенок Э.П., Бажанов В.А. Некоторые методические аспекты отражения факторов НТП в модельных комплексах проекта СОНАР // Экономико-математические методы в планировании многоотраслевых комплексов и отраслей / отв. ред. А.Г. Аганбегян. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1988. – Гл. 3, § 4. – С. 98–105.
- Амосенок Э.П., Бажанов В.А., Веселая Л.С., Соколов А.В. Машиностроение как доминанта в инновационных процессах / ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2008. – 155 с.

- Амосенок Э.П., Бажанов В.А., Курбатова Г.Я., Селин И.И., Шкрабин Л.Я. Оптимизация развития и размещения производства в машиностроительной промышленности / отв. ред. Г.Я. Курбатова, В.М. Соколов; ИЭОПП СО АН СССР. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1978. – 151 с.
- Амосенок Э.П., Бажанов В.А., Курбатова Г.Я., Шкрабин Л.Я. Экономические проблемы развития машиностроения / отв. ред. В.В. Кулешов; ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1992. – 128 с.
- Бажанов В.А., Соколов А.В. Оценка состояния реструктурируемых оборонных предприятий регионов Сибири // Регион: экономика и социология. – 1998. – № 2. – С. 131–146.
- Бажанов В.А., Соколов А.В. Промышленность Новосибирской области: ориентиры без стратегии // ЭКО. – 2001. – № 11. – С. 83–96.
- Бажанов В.А. Модели в оборонно-промышленном комплексе – системный подход // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2009. – Т. 9. – Вып. 3. – С. 25–33.
- Бажанов В.А., Соколов А.В. Оценка состояния и особенности промышленности Новосибирской области // Проблемы социально-экономического развития Новосибирской области: сб. науч. тр. / под ред. А.С. Новоселова. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП, 2002. – С. 67–87.
- Бажанов В.А., Соколов А.В. Оценка хода конверсии оборонного комплекса Новосибирской области // Анализ и моделирование экономических процессов переходного периода в России: сб. науч. тр. – Новосибирск: ЭКОР, 1996. – Вып. 1. – С. 77–88.
- Гимади И. Э. Экономико-математическое моделирование территориальных систем: регион, отрасль, предприятие. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2002. – 388 с.
- Инновационные методы управления городом. – Новосибирск: Изд-во НГАЭиУ, 2003. – 204 с.
- Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах: учебник. – М.: Логос, 2002.
- Лугачева Л.И. Институциональное проектирование сценария развития регионального машиностроения (на примере Новосибирской области) // Социально-экономические проблемы современного общества: Новосибирск: НГУ, 2006. – С. 123–134.
- Лугачева Л.И. Отраслевые аспекты региональной промышленной политики (на примере машиностроения). – Новосибирск: ИЭИОПП СО РАН, 2007. – 328 с.
- Носова Н.С. Качество жизни населения крупного города: системный анализ. – Новосибирск: Изд-во НГАЭиУ, 2004. – 270 с.
- Носова Н.С., Белобородова А.В., Мусатова М.М. Методы разработки стратегических приоритетов развития социальной системы крупного города. Социальные взаимодействия в транзитивном обществе: сб. науч. тр. – Вып. VI. – Новосибирск: НГАЭиУ, 2004. – С. 463–473.
- Промышленность России. Стат. сб. – М.: Росстат, 2006.
- Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / пер. с англ.; под ред. И.А. Ушакова – М.: Радио и связь, 1991.
- Соколов А.В. Оценка хода конверсии оборонного комплекса региона // Регион: экономика и социология. – 1997. – № 1. – С. 111–135.
- Титов В.В. Оптимизация управления промышленной корпорацией. Вопросы методологии и моделирования / ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2007. – С. 52–91.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- Алямов А.Э. Системная оценка перспектив развития оборонного предприятия / Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. экон. наук. URL: <http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/86576>