

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН  
CENTRAL ECONOMICS AND MATHEMATICS INSTITUTE RAS

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК



RUSSIAN  
ACADEMY OF SCIENCES

О.Б. Брагинский, Г.М. Татевосян, С.В. Седова,  
О.М. Писарева, Н.Н. Куницына

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ  
И ИХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ОГРАНИЧЕННЫХ  
ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСАХ  
(на примере химического комплекса)

Препринт # WP/2013/303

МОСКВА  
2013

**Брагинский О.Б., Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Куницына Н.Н.**

Методология обоснования инвестиционных программ и их оптимизации при ограниченных финансовых ресурсах (на примере химического комплекса) // Препринт # WP/2013/303. –М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 81 с. (Рус.)

Выполнен анализ современного состояния и перспектив развития российского химического комплекса за период 1990–2012 гг. Проведена периодизация развития комплекса и определены угрозы и ключевые проблемы его дальнейшего роста. Изложена четырехэтапная схема разработки программы развития комплекса. Выделен этап разработки инвестиционной программы, как заключительная часть разработки долгосрочного плана развития отрасли. Рекомендована методология оптимизации инвестиционной программы, составными элементами которой являются экономико-математическая модель и компьютерная программа решения задачи оптимизации инвестиционного плана. Подготовлен перечень проектов и на основе экспертной информации определены основные параметры модели. Составлен план эксперимента, выполнены экспериментальные расчеты на период до 2030 г. и сделаны рекомендации о возможности за счет оптимизации обеспечивать реализацию инвестиционной программы при ограниченных финансовых ресурсах.

Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект № 12-02-00263.

*Ключевые слова:* инвестиционная программа, инвестиционный проект, химический комплекс, оптимизация.

*JEL коды:* L 52, C 61, C 88, C 89.

**Braginsky O.B., Tatevosian G.M., Sedova S.V., Pisareva O.M., Kunitsyna N.N.** Methodology Study of Investment Programs and their Optimization with Limited Financial Resources (for Example, the Chemical Industry) / Working paper # WP/2013/303. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 81 p. (Рус.)

The analysis of the current state and development prospects of Russia's chemical complex in the period 1990-2012. Held periodization of the development of the complex and op-thinned threats and key issues for its further growth. Four-phase scheme is set out a development program of the complex. Stages of development of the investment program, as the final part of the development of a long-term plan for the development of the industry. Recommended methodology for optimization of the investment program, the constituent elements which are economic and mathematical model and a computer program of the solution of the problem of optimization of the investment plan. A list of the projects and on the basis of expert information and the main parameters of the model. The plan of the experiment, carried out experimental calculations for the period up to 2030 and made recommendations on possible through the optimization to ensure the realization of the investment program with limited financial resources.

*Keywords:* investment program, investment project, chemical complex, optimization.

*JEL code:* L 52, C 61, C 88, C 89.

ISBN 978-5-8211-0646-9

© Брагинский О.Б., Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Куницына Н.Н., 2013 г.

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт РАН, 2013 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ.....	7
§ 1. Анализ развития химического комплекса России за период 1990–2012 гг.....	7
§ 2. Предложения правительственных организаций России по плану развития химического комплекса; достоинства и недостатки рекомендованных планов.....	11
§ 3. Угрозы и вызовы для химического комплекса России в перспективе .....	14
§ 4. Предложения по четырехэтапной схеме разработки стратегического плана развития химического комплекса на долгосрочную перспективу.....	17
ГЛАВА II. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ .....	21
§ 1. Принципы обоснования инвестиционных программ .....	22
§ 2. Экономическая модель процесса разработки инвестиционной программы .....	23
§ 3. Параметры модели и учет интересов участников инвестиционной программы .....	27
ГЛАВА III. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ .....	30
§ 1. Инструментальная поддержка формирования структуры инвестиционной программы.....	30
§ 2. Модель оптимизации структуры инвестиционной программы с reinvestициями.....	31
ГЛАВА IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	39
§ 1. План эксперимента и подготовка исходной информации .....	39
§ 2. Определение целевой функции, распределение общего ресурсного ограничения по годам ее временного горизонта, общая характеристика исходной информации.....	46
§ 3. Экспериментальные расчеты и анализ их результатов .....	48
ГЛАВА 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ДИСПРОПОРЦИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ.....	57
§ 1. Постановка задания на эксперимент .....	57
§ 2. Подготовка исходных данных для эксперимента.....	57
§ 3. Эксперимент .....	59
ИТОГИ И РЕКОМЕНДАЦИИ .....	70
ЛИТЕРАТУРА .....	73
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	76

## ВВЕДЕНИЕ

Химический комплекс мира по объему выпущенной в 2012 г. продукции (~3 трлн долл.) не уступает мировой нефтяной промышленности. Производство химической и нефтехимической продукции, как правило, является выгодным бизнесом. Если бы это было не так, то химические и нефтехимические предприятия не росли бы «как грибы после дождя», обеспечивая владельцам этих предприятий устойчивый доход.

Химический комплекс, включающий в себя производства химической и нефтехимической продукции, имеет большой социальный, экономический и экологический эффект. Социальный эффект заключается в создании высокотехнологичных рабочих мест, причем не только в самом химическом комплексе, но в сопряженных с ним отраслях. Об экономическом эффекте свидетельствуют данные о высокой рентабельности химических и нефтехимических производств. Экологический эффект достигается благодаря тому, что используются малоотходные и даже безотходные технологии, а отдельные виды химической и нефтехимической продукции используются для очистки воды, воздуха, почвы.

Для современного мирового химического комплекса характерны такие черты, как: глобализация, консолидация, постоянная технологическая модернизация, высокие темпы роста, превышающие темпы роста экономики в целом, инновационность. Постоянное (за очень малым исключением) превышение темпов роста химического комплекса темпов роста ВВП, называемое «коэффициентом опережения», является визитной карточкой мирового химического комплекса.

Современный мировой химический комплекс представлен крупными конгломерациями высокоинтегрированных производств кластерного типа. До относительно недавнего времени продукция химического комплекса была представлена следующими группами: сырье, базовые полупродукты, химикаты и конечные химические продукты. В настоящее время расширение номенклатуры химического комплекса происходит в основном за счет продукции высоких переделов, наукоемких и технологичных производств.

В мировом химическом комплексе за последние несколько десятилетий произошли серьезные структурные и территориальные изменения, а именно, в развитых странах усилилась тенденция к переходу на выпуск относительно малотоннажной, но высокотехнологичной и наукоемкой продукции; в развивающихся странах внимание сосредоточено на выпуске крупнотоннажной продукции массового использования. Одной из характерных черт развития химического комплекса в последние десятилетия стал стремительный рост отраслей химического комплекса в развивающихся странах, прежде всего, в обладающих значительными сырьевыми ресурсами, таких как Саудовская Аравия, Иран, Катар и др., и странах с высокими темпами роста экономики, таких как Китай, Индия.

В современном мировом химическом комплексе осуществляется фокусирование на вопросах производства и бизнеса, стоимости и логистики, имеет место сквозной контроль всех звеньев производственной и логистической цепочек и осуществляется оптимизация производства и сбыта продукции. Для балансировки спроса и предложения приме-

няются методы тонкой настройки балансов, позволяющие уменьшить длительность цикла спада в комплексе, и увеличить длительность фазы подъема. В комплексе постоянно осуществляется реорганизация, создаются новые центры прибыли, совершенствуются структуры управления, осуществляется сочетание государственного регулирования и рыночных механизмов.

В химическом комплексе разрабатываются и начинают выпускаться в промышленных масштабах новые продукты, материалы с заранее заданными свойствами, наноматериалы, продукты биохимических синтезов. Развитие производства новых видов продукции мирового химического комплекса – это путь в новую цивилизацию, переход к новому технологическому укладу. Без преувеличения можно сказать, что химический комплекс мира должен сыграть ключевую роль в обеспечении благополучного существования людей в условиях ограниченности ресурсов планеты.

К сожалению, отечественный химический комплекс все отмеченные тенденции обходит стороной. Занимавший во времена СССР устойчивую вторую позицию (после США) наряду с Японией и ведущими европейскими странами, химический комплекс России откатился во вторую половину второй десятки стран. Затухание развития российского химического комплекса началось в 1990-е гг., когда падение объемов производства составило больше 50%. Некоторое восстановление объемов производства началось в 1998–1999 гг., но оно было неустойчивым. Небольшой подъем начался в 2000-е гг., но и он прервался из-за кризиса 2008–2009 гг. В российском химическом комплексе накопилось много проблем и если промедлить с их разрешением, не исключена ситуация, когда может быть пройдена «точка невозврата», и по уровню производства продукции химического комплекса на душу населения Россия может быть отброшена на уровень стран третьего мира.

Понимая это, правительственные организации (Министерство энергетики РФ, Министерство промышленности РФ) разработали свои программы развития отраслей химического комплекса на перспективный период. В этих документах предусмотрено решение ключевых задач развития химического комплекса, таких как устранение диспропорций в развитии взаимосвязанных производств, насыщение внутреннего спроса и поиск новых экспортных ниш, использование конкурентных преимуществ России, таких как наличие значительных ресурсов сырья, квалифицированных кадров, достаточно мощного, хотя и устаревшего производственного аппарата. В планах развития химического комплекса представлены развивающиеся существующие и новые химические кластеры, а также входящие в них проекты.

Не останавливаясь подробно на достоинствах и недостатках рекомендуемых правительственными организациями планов развития химического комплекса России, о чем более подробно будет сказано в настоящем препринте, хотелось более подробно рассмотреть стадию разработки инвестиционной программы, которая является неотъемлемой частью стратегического плана любого комплекса. В предложенных документах имеется, по сути дела, набор проектов, но эти проекты, как правило, безальтернативны, в них не предусмотрены возможности изменения масштабов, структуры и конфигурации произ-

водственных установок. Не предусмотрена также возможность сдвигки сроков реализации проектов (более раннее или более позднее начало строительства и ввода мощностей), замена одного проекта другим (или другими). Не учитываются ограничения по обеспечению финансовыми ресурсами для реализации проектов. Не учитывается возможность рекапитализации прибыли для проектов, реализация которых осуществляется в несколько этапов (фаз), причем, производства, введенные на первых этапах, могли бы за счет выпуска продукции и полученной прибыли выделять часть ее для капитального строительства. И, наконец, главное: не учтены какие-либо возможности оптимизации инвестиционной программы развития комплекса.

По мнению авторов должны соблюдаться ряд принципов при разработке инвестиционных программ в условиях ограниченности финансовых ресурсов, а именно:

- принцип активного участия всех заинтересованных сторон в подготовке и реализации инвестиционной программы;

- принцип финансового обеспечения, заключающийся в том, что должны быть учтены все возможные источники финансирования; все финансовые ресурсы должны быть сосредоточены в общем бюджете и могли перераспределяться между проектами;

- принципы прозрачности и ответственности, заключающиеся в использовании понятных и рассчитываемых с помощью известных инструментальных средств показателей, а также в необходимости обеспечения ответственности участников программы за сроки и качество выполнения проектов;

- принцип оптимизации, а именно, возможности рассчитывать различные варианты инвестиционной программы по заданному критерию (при многокритериальной оптимизации – критериям) с учетом технологических и экономических (прежде всего финансовых) ограничений и интересов участников на основе оптимального перераспределения имеющихся ресурсов.

Таким образом, анализ современного состояния и перспектив развития российского химического комплекса, проектов строительства новых и модернизации действующих производств комплекса, методов формирования и функционирования инвестиционной программы развития комплекса и ее оптимизации в условиях ограниченности финансовых ресурсов, включая постановку задачи, выбор параметров и критериев модели, разработку математической модели и компьютерной программы ее реализации, выполнение экспериментальных расчетов и их анализ, обоснование на базе результатов расчетов дополнительных показателей народнохозяйственной эффективности (поступления в бюджет, появление новых рабочих мест и др.) составляют содержание препринта.

Введение и глава первая подготовлены Брагинским О.Б., глава вторая – Татевосяном Г.М., глава третья – Седовой С.В., глава четвертая – Татевосяном Г.М., Седовой С.В. при участии Брагинского О.Б. и Куницыной Н.Н. (информационное обеспечение), глава пятая – Писаревой О.М., выводы и рекомендации – совместно Брагинским О.Б. и Татевосяном Г.М.

# ГЛАВА I.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

### *§ 1. Анализ развития химического комплекса России за период 1990–2012 гг.*

Химический комплекс во времена СССР составлял 6,3% промышленного производства, его промышленно-производственные фонды составляли 9,3% от общесоюзных, доля в национальном ВВП оценивалась в 4,0%. По объему произведенной продукции химический комплекс СССР уступал только США, и был примерно на одном уровне с Японией и Германией. Затухание химического комплекса началось еще в СССР во второй половине 1980-х гг., а наиболее серьезный урон нефтегазохимии России нанесли 1990-е гг. За первые годы перестройки (1991–1998 гг.) производство ряда наиболее крупнотоннажных продуктов химического комплекса упало более, чем в 2 раза, что явилось следствием распада СССР и перехода российской экономики от централизованного планового управления к рыночным отношениям. В дальнейшем, в период 1999–2001 гг. (после дефолта 1998 г.) за счет сокращения импорта и вовлечения простаивавших ранее мощностей удалось начать восстановление отдельных отраслей комплекса, однако рост в период 2003–2007 гг. хотя и имел место, но был неустойчивым и прервался из-за кризиса 2008–2009 гг., и стал более или менее устойчивым только в 2010–2012 гг., когда стали восстанавливаться утраченные в годы кризиса темпы роста (Брагинский, Кричевский, 2011; Вестник химической..., 2012; Российский статистический..., 2012). Данные о динамике производства наиболее крупнотоннажных продуктов комплекса представлены в табл. 1.1. За указанный период российский химический комплекс скатился в мировой классификации во вторую половину второй десятки стран. Доля химического комплекса России в 2010 г. в ВВП снизилась до 1,7%.

Основные проблемы современного состояния российского химического комплекса известны и неоднократно анализировались экспертами. Ниже перечислена часть проблем, а именно:

– образовался дисбаланс между развитием производства базовых полупродуктов, непосредственно химикатов и полимеров, а также изделий из них;

– возникло несовпадение структуры спроса и предложения продукции; структура спроса заметно изменилась, а структура производства как бы замерла на уровне конца 1980-х гг.;

– стали все более наглядно проявляться технологическая отсталость и высокий износ оборудования, отрицательную динамику имели показатели удельной ресурсо- и энергоемкости; невысоким оставалось качество продукции, узким был ассортимент;

Таблица 1.1

*Динамика производства ряда крупнотоннажных продуктов химического комплекса России*

Виды продукции	Ед. изм.	Годы								
		1990	1998	2000	2003	2007	2009	2010	2011	2012
Этилен	млн т	2,32	1,17	1,30	2,09	2,12	2,24	2,38	2,47	2,30
Бензол	—"	1,61	0,54	0,87	1,05	1,20	1,05	1,10	1,10	1,07
Метанол	—"	2,51	1,18	1,91	2,90	3,53	2,34	2,94	3,08	3,34
Пластмассы и синтетические смолы	—"	3,26	1,59	2,25	3,05	4,35	4,33	4,95	5,40	5,41
в т.ч. полиэтилен	—"	0,77	0,59	0,92	1,14	1,2	1,40	1,53	1,65	1,41
полипропилен	—"	0,10	0,15	0,23	0,27	0,49	0,60	0,62	0,68	0,66
поливинилхлорид	—"	0,49	0,27	0,48	0,53	0,59	0,53	0,60	0,64	0,62
полистирол	—"	0,20	0,03	0,09	0,11	0,27	0,26	0,30	0,35	0,35
Синтетический каучук	—"	2,16	0,62	0,84	1,07	1,21	0,97	1,19	1,25	1,48
Шины пневматические	млн шт.	47,7	23,5	29,9	39,0	43,3	28,2	35,0	40,4	40,2
Химические волокна	млн т	0,67	0,13	0,16	0,19	0,15	0,11	0,13	0,14	0,14
Минеральные удобрения	млн т	16,00	9,34	12,21	14,05	17,30	14,64	17,88	18,81	17,78
в т.ч. азотные	—"	7,19	4,08	5,82	6,00	7,20	7,40	7,57	7,89	7,98
фосфорные	—"	4,94	1,69	2,38	2,59	2,81	2,58	3,13	3,24	3,13
калийные	—"	3,86	3,57	4,01	5,46	7,29	4,66	7,18	7,68	6,67
Сода каустическая	—"	2,26	0,83	1,24	1,11	1,30	1,11	1,06	1,07	1,12
Сода кальцинированная	—"	3,24	1,54	2,20	0,39	0,94	2,32	2,70	2,82	2,81

∞ Источник: Вестник химической промышленности. – М.: ОАО «НИИТЭХИМ», 1998–2013.



– стала сказываться недостаточная интегрированность производств химического комплекса;

– снизилась инновационная активность отрасли, из-за чего медленно вводились новые продукты и технологии;

– проявилась недостаточность инвестиций и их низкая эффективность; между тем фактор инвестиций, обусловленный высокой капиталоемкостью производств химического комплекса и возможными рисками невозврата капитала, для этого комплекса является весьма значимым;

– возникли инфраструктурные ограничения, проявившиеся в слабом развитии продуктопроводов, терминалов, перевалочных баз и т.п.;

– стал проявляться кадровый дефицит, обусловленный «постарением» кадров в отрасли и перекосом в подготовке молодых специалистов;

– обозначились недостатки нормативно-правового регулирования, обусловленные устареванием существующих строительных норм и правил и других нормативных документов, что стало причиной удорожания смет, замедления сроков строительства объектов;

– выявились инертность государства в реализации химических и нефтегазохимических проектов и нежелание нефтегазовых компаний (за исключением Газпрома, ЛУКОЙЛа и, в последнее время, Роснефти) реализовывать такие проекты;

– углубилась тенденция преобладания в структуре экспорта химической и нефтехимической продукции товаров низких переделов, а в структуре импорта – продукции высоких переделов, наукоемкой продукции.

В химическом комплексе происходила частая смена владельцев, имели место рейдерские захваты собственности, что не содействовало стабильной работе предприятий. Да и владельцы химических и нефтехимических предприятий в период высоких цен на продукцию комплекса не воспользовались как следует благоприятной конъюнктурой, расходуя значительную часть прибыли не на модернизацию предприятий, а на выплату дивидендов.

Особенно заметной стала проблема дисбаланса сырьевой составляющей химического комплекса с производством базовых полупродуктов, химикатов и нефтехимикатов, полимеров и изделий из них. По масштабам потенциальной сырьевой базы российский химический комплекс принадлежит к числу наиболее богатых. Усилиями малого и среднего бизнеса достаточно активно развивалась переработка химических продуктов и полимеров, а вот производство базовых полупродуктов, в первую очередь, этилена и пропилена, замерло на уровне конца 1980-х гг. и, по сути дела, стало узким местом в развитии комплекса.

Перечисленное выше обуславливает ряд отрицательных моментов в дальнейшем развитии российского химического комплекса.

Главное – потеря конкурентоспособности отечественной химической и нефтехимической продукции из-за удорожания всех факторов производства (сырья, материалов, энергоресурсов, рабочей силы, транспортных тарифов), больших расстояний, а также из-

за того, что в ряде стран, обладающих значительными ресурсами нефтегазового сырья, в частности, странах Персидского залива (прежде всего в Саудовской Аравии), некоторых государствах Южной Америки, а также в Китае, было налажено производство дешевой химической и нефтехимической продукции. Наиболее показательным можно считать опыт ряда стран, искусственно поддерживающих цены на сырье на низком уровне, например, Саудовской Аравии, где под контролем государства (в лице государственной компании «SABIC») и при наличии существенных преференций и закрепленных законом чрезвычайно низких цен на углеводородное сырье выросла мощная нефтегазохимическая отрасль. Высокие доходы от экспорта нефти Саудовская Аравия использовала в том числе для развития нефтегазохимии. В стране были созданы специальные промышленные зоны с необходимой производственной и социальной инфраструктурой, наличием сервисных, консалтинговых, инвестиционных, научно-исследовательских и других организаций, в целях возможного размещения в этих промышленных зонах нефтегазохимических производств. По пути Саудовской Аравии пошли Иран, Объединенные Арабские Эмираты и другие страны Персидского залива. В Китае, где ресурсы нефтегазового сырья ограничены, государство выделяло крупные ассигнования на развитие собственных химических и нефтехимических производств, в том числе на базе угля, цены на который также регулируются государством. В ряде развивающихся стран по зарубежным технологиям «под ключ» строятся крупномасштабные химические и нефтехимические производства, обеспечивающие за счет «эффекта масштаба», технологических преимуществ, государственных преференций, в том числе в отношении низких цен на сырье, и недорогой рабочей силы, выпуск наиболее дешевой крупнотоннажной химической и нефтехимической продукции, которая беспощадно вытесняет продукцию российских производителей не только на мировом, но и на внутрироссийском рынке.

Большинство химических и нефтехимических предприятий стали акционерными обществами и частными предприятиями и государство, по сути дела, утратило контроль за деятельностью этого важного промышленного комплекса.

В стране стала углубляться зависимость от импорта химической и нефтехимической продукции высоких переделов, которую могли бы производить на отечественных предприятиях. Совокупность этих обстоятельств наводит на тревожную мысль, что российский химический комплекс отстал настолько, что близок к «точке невозврата», т.е. к такому состоянию, когда этот комплекс окажется на уровне стран «третьего мира».

В последнее время пришло, наконец, понимание важности развития химического комплекса, как одного из реальных направлений структурной перестройки российской промышленности.

## **§ 2. Предложения правительственных организаций России по плану развития химического комплекса; достоинства и недостатки рекомендованных планов**

В 2008 г. Правительством Российской Федерации была утверждена «Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 г.» («Стратегия-2015»). Разработка «Стратегии-2015» осуществлялась рядом корпоративных структур, промышленных предприятий, научных и проектных организаций под руководством Департамента химико-технологического комплекса и биоинженерных технологий Минпромторга РФ. В «Стратегию-2015» включен ряд проектов, в т.ч. крупных. К сожалению, начало реализации программы пришлось на кризисный период, в силу чего ряд намеченных программой целевых нормативов достигнут не был, а по ряду намеченных проектов, включая крупные, сроки реализации были сдвинуты на более поздний срок (Клепиков, Москвитина, 2012). Мониторинг 2009-2012 гг. показал, что в настоящее время говорить о реализации стратегии развития химической и нефтехимической промышленности в период до 2015 г. не представляется возможным, потому что достичь основных параметров стратегии будет возможно только за пределами 2015 г. (Аминев, 2012).

В 2011 г. Министерство энергетики Российской Федерации разработало «План развития нефтехимии (включая газохимию) на период до 2030 г.» (именуемый в дальнейшем «План-2030»). По мнению разработчиков основными задачами «Плана-2030» являются:

- 1) устранение диспропорций в производстве конечной продукции, базовых полупродуктов и сырья;
- 2) насыщение внутреннего спроса и поиск новых экспортных ниш;
- 3) использование конкурентных преимуществ России, прежде всего, обильной и относительно дешевой сырьевой базы;
- 4) овладение искусством управления инвестициями ввиду высокой капиталоемкости нефтехимических производств и наличия многочисленных рисков;
- 5) отклонение взаимоисключающих и необоснованных проектов, координация в деятельности предприятий отрасли, налаживание взаимодействия между государством и бизнесом и т.п.;
- 6) изменение стандартов на продукцию, устаревших строительных норм и правил;
- 7) кластерная организация производства.

План развития нефтегазохимии на период до 2030 г. содержит перечень ключевых инвестиционных проектов с указанием состава производств, уровней мощностей, видов, объемов и источников используемого сырья, включая проекты продуктопроводов для транспортировки углеводородного сырья с соответствующими сроками строительства и ввода объектов. В «Плане-2030» выделены основные нефтехимические кластеры (Западно-Сибирский, Поволжский, Северо-Западный, Каспийский, Восточно-Сибирский, Даль-

невосточный), определены основные специализации кластеров и направления научного, образовательного, финансового, инфраструктурного и др. сопровождения в каждом из кластеров.

В частности, в составе Поволжского кластера, где уже сложились центры нефтегазохимии, прежде всего в Татарстане (Нижнекамск, Казань), Башкирии (Уфа, Салават, Стерлитамак), Самаре, Новокуйбышевске, Саратове, Волгограде, Дзержинске, Кстово, предполагается за счет строительства продуктопровода Тобольск – Урал – Поволжье и местных ресурсов углеводородного сырья организовать крупнейшие современные производства олефинов, нефтехимикатов, полимеров и продуктов их переработки в составе Нижнекамского нефтехимического комбината, Казанского завода органического синтеза, Салаватского нефтехимического комплекса, а также осуществить модернизацию и расширение производств на действующих предприятиях Дзержинска, Кстово, Саратова, Волгограда и др. (Яруллин, 2012а; Андрианов, 2013б; Рахимов, 2011).

В составе Западно-Сибирского кластера развитие должны получить крупнотоннажные производства олефинов и полиолефинов на действующих предприятиях в Тобольске и Томске. Для надежного снабжения Западно-Сибирского нефтегазохимического кластера углеводородным сырьем необходимо соорудить продуктопровод для транспортировки широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) с северного газоперерабатывающего завода компании НОВАТЭК до Тобольска (Разумов, 2013; Нефтехимическая отрасль РФ, 2011).

В основу проектируемого нефтегазохимического кластера в Северном Прикаспии компанией «ЛУКОЙЛ» намечено положить создание газоперерабатывающего завода, нацеленного на переработку попутного нефтяного газа шельфовых месторождений Северной части Каспийского моря. Нефтегазохимический комплекс предложено создать в близости от площадки действующего предприятия «Ставролен» и ориентировать его на крупнотоннажное производство олефинов и полиолефинов. Переработку полимеров предполагается организовать в небольших городах Ставропольского края на предприятиях малого и среднего бизнеса (Гурбанов, 2013; Андрианов 2013а).

Центрами Восточно-Сибирского нефтегазохимического кластера должны стать действующие предприятия (Ангарский нефтехимический комплекс, завод «Саянскимпласт», а также комплекс по переработке каменной соли в г. Усолжье-Сибирское). Два первых предприятия испытывают в настоящее время серьезные проблемы с обеспечением углеводородным сырьем, Предполагается, что в перспективе благодаря использованию ценных углеводородов природного газа ряда газоконденсатных месторождений региона (Ковыктинское, Чайандинское и др.) путем создания крупных газоперерабатывающих заводов удастся не только обеспечить сырьем действующие установки по производству этилена и производных, включая поливинилхлорид, но и организовать крупнотоннажное современное производство олефинов и полимеров, продукции хлорорганики, а также переработку полимеров (Заболотский, 2012).

Развитие нефтегазохимического кластера в Северо-Западном федеральном округе предполагается в «Плане-2030» базировать на ценных углеводородах природного (богатого этаном) газа газоконденсатных месторождений северных районов Тюменской области. Намечено организовать транспортировку богатого этаном природного газа по автономной нитке газотранспортной магистрали, идущей от Уренгойского и Ямбургского месторождений до г. Грязовец (Вологодская обл.), где газ будет перерабатываться на газоперерабатывающем заводе, а ценные углеводороды частично поставятся на площадку Череповецкого завода «Азот», где должен возникнуть крупный нефтегазохимический комплекс, а другая (большая) часть подаваться по продуктопроводу до г. Выборга (Ленинградская обл.), где также планируется создание нефтегазохимического комплекса, ориентированного, как и комплекс в Череповце, на производство олефинов, полиолефинов и изделий из полиолефинов (Слущкий, Иванов, 2013; Андрианов, 2013в).

В «Плане-2030» предусмотрено также создание Дальневосточного нефтегазохимического комплекса. Сырьевая база и состав комплекса, а также место его дислокации, пока окончательно не определены, но наиболее вероятным выглядит вариант его размещения в районе г. Находки недалеко от проектируемого там же нефтеперерабатывающего завода, который будет снабжаться нефтью по магистральному нефтепроводу «Восточная Сибирь – Тихий океан» и который должен будет стать, наряду с поставками нефтяного сырья с восточносибирских и дальневосточных нефтеперерабатывающих заводов компании Роснефть, сырьевым донором для нефтегазохимического комплекса. Рассматривается также возможность создания нефтегазохимического комплекса в районе Владивостока на базе природного газа южнокутских и сахалинских месторождений (Иванова, 2013).

Кроме того имеется ряд предложений по созданию крупных нефтегазохимических комплексов, не учтенных в «Плане-2030», в частности, в составе Оренбургского газоперерабатывающего предприятия (Смирнова, Халова, 2012).

Для реализации намечаемой программы развития нефтегазохимии в Плане-2030» предложен ряд механизмов экономико-организационного характера.

Безусловно, разработка «Плана-2030» имеет большое значение для комплекса, нынешнее положение которого оставляет желать лучшего. Но «План-2030» имеет ряд недостатков:

- В соответствии с мировыми тенденциями опережающего развития химического комплекса (а именно, превышения темпов роста мирового химического комплекса над темпами роста мирового ВВП), желательно соблюдать эту тенденцию и в отношении отечественного комплекса. В «Плане-2030» темпы роста приняты на уровне темпов роста ВВП.

- В «Плане-2030» не учитывается конфликт интересов в отношении распределения ресурсов легкого углеводородного сырья, в частности, сырья северных районов Тюменской области. Этот конфликт может возникнуть между химическими и нефтехимическими кластерами Западной Сибири, Урало-Поволжья и Северо-Запада.

- В «Плане-2030» недостаточно учтены возможности использования ценных углеводородов природного (богатого этаном) газа.

- В «Плане-2030» наблюдается тенденция следования советам западных консультантов, рекомендующих России сосредоточиться на экспорте сырья (углеводороды  $C_{2+}$ , широкая фракция легких углеводородов, газовый конденсат) и на выпуске крупнотоннажных химических и нефтехимических продуктов низких переделов. Представляется более целесообразным выстраивать продуктовые линейки, т.е. цепочки наращивания добавленной стоимости, руководствуясь критерием максимизации интегральной дисконтированной разности между стоимостью продукции более высоких переделов и капитальными и эксплуатационными затратами на производство этих продуктов.
- В «Плане-2030» отсутствует вариантность масштабов реализации намечаемых объемов и структуры производимой продукции, альтернативность предложенных проектов по их составам и мощностям, сырьевому обеспечению, срокам строительства и ввода, их эшелонированию, что сужает оптимизационные возможности корректировки отдельных позиций плана.

### ***§ 3. Угрозы и вызовы для химического комплекса России в перспективе***

Важнейшим направлением следует считать развитие внутреннего рынка химической и нефтехимической продукции.

Однако, значительная часть российской химической и нефтехимической продукции ориентирована на внешний рынок. Мотивацией внешнеэкономического вектора в деятельности предприятий является в том числе неразвитость внутреннего рынка.

На самом деле это совсем не так. Российский рынок химической и нефтехимической продукции совершенно не насыщен: среднедушевое потребление химикатов и нефтехимикатов в России в несколько раз ниже, чем в странах развитого химического комплекса.

При этом следует отметить, что проблемы внутреннего российского рынка химической и нефтехимической продукции – это не только проблемы отрасли, это проблемы экономики в целом. Структурные изменения в экономике, постепенный ее отход от сырьевой модели во многом связаны с развитием химического комплекса. Существует множество важных сфер в экономике, где использование продукции химического комплекса может внести в развитие этих сфер коренной перелом. К подобным сферам можно отнести развитие автомобилестроения на базе локализации производства автомобильных марок известных зарубежных компаний, а также шин и автокомпонентов на территории России. Крупнейшей сферой применения изделий из полимеров является жилищно-коммунальное хозяйство, в частности, такие его подотрасли, как водоснабжение и канализация, находящиеся в крайне запущенном состоянии, из которого может быть найден выход путем замены изношенных металлических труб и деталей полимерными. Аналогичная замена может быть в широких масштабах реализована при прокладке распределительных газовых труб в процессе газификации регионов. Крупнейшей сферой применения изделий из по-

лимеров являются отрасли строительного комплекса (жилищное, промышленное, дорожное строительство). Весьма емкими сферами применения изделий из полимеров и другой химической и нефтехимической продукции являются отрасли агропромышленного комплекса, медицина, производство товаров народного потребления и др. (Яруллин, 2012б; Ашпина, 2012; Кудинова, 2012).

Без преувеличения можно сказать, что переработка полимеров и химических продуктов – это «точка роста» промышленности, в значительной мере национальный базис и основа для перехода от сырьевой модели экономики к инновационной. Кроме этого следует отметить социальную значимость переработки, поскольку малые и средние предприятия этой подотрасли могут появляться как в составе химических и нефтехимических кластеров, так и в небольших городах, рабочих поселках, обеспечивая население высокотехнологичными рабочими местами с вполне достойной заработной платой.

Спрос на продукцию химического комплекса в ряде отраслей потребления высок, однако потребители часто ориентируются на традиционные материалы (в частности, на металлические трубы вместо полимерных). Государству следовало бы вместо устаревших норм и правил, действующих в строительстве и других отраслях, ввести новые, в частности, учитывающие обязательное использование химических материалов. Более того, ряд производителей химических материалов готовы предоставлять свою продукцию потребителям в кредит с последующей оплатой, в том числе за счет эффекта от применения химических материалов.

Важнейшей является также проблема сырьевого обеспечения химического комплекса, прежде всего углеводородным сырьем.

Углеводородного сырья в России много и оно относительно дешевое. Если сравнить потенциальные ресурсы углеводородного сырья и потребность в нем, то ни у кого не возникает сомнений в возможности удовлетворения спроса для нужд нефтегазохимии, нефтепереработки, экспорта, коммунально-бытового сектора и др. сфер. Однако следует учесть отрыв сырьевых регионов от перерабатывающих мощностей и регионов спроса на конечную продукцию нефтегазохимии, что обуславливает повышенные транспортные издержки и делает в ряде случаев невыгодным углубление переработки, и не дает возможности конкурировать с интегрированными зарубежными мощностями.

Следует также принять во внимание конфликт интересов при распределении углеводородного сырья между крупными нефтегазохимическими комплексами (например, между Тобольским нефтегазохимическим комплексом, действующими и проектируемыми нефтегазохимическими производствами Татарстана и Башкирии, проектируемым комплексом в Северо-Западном округе), а также между экспортом углеводородного сырья и его внутренним потреблением.

Важным обстоятельством при расчете спроса на углеводородное сырье для химического комплекса является соблюдение складывающихся балансовых соотношений между компонентами сырьевых ресурсов (нафта, широкая фракция легких углеводородов,

сжиженные углеводородные газы) и структурой спроса на базовые нефтегазохимические полупродукты (этилен, пропилен, бензол, ксилолы, бутадиен).

Учитывая то обстоятельство, что наиболее эффективными установками по переработке углеводородного сырья являются крупные и сверхкрупные установки, их обеспечение сырьем выходит за пределы возможностей одной компании и требует системы государственного регулирования в распределении сырьевых ресурсов путем заключения долгосрочных договоров. Что касается более эффективного использования ценных компонентов природного (богатого этаном) газа, то стоит напомнить о необходимости выделения в газотранспортной системе Уренгой – Надым – Пунга – Ухта – Грязовец – Выборг автономной нитки для подачи природного (богатого этаном) газа Северных районов Тюменской области и сооружении вдоль трассы нескольких газохимических комплексов. Подобные схемы следует рассмотреть и при разработке крупных источников природного (богатого этаном) газа в других регионах страны.

Для гармоничного развития химического комплекса важно организовать связывание крупных нефтегазохимических комплексов с сырьевыми источниками-продуктопроводами (этиленопроводами). Это является обычной практикой в США, западноевропейских странах. Система «этиленового кольца» существует и в России. Она связывает ряд нефтегазохимических предприятий Татарстана, Башкирии, однако эта система маломощная и в достаточной степени изношенная.

Необходимость соединения сырьевых источников и крупных нефтегазохимических комплексов очевидна. В связи с этим намечены проекты соединения северных месторождений Тюменской области с пунктом переработки легкого углеводородного сырья (продуктопровод «Пуровский завод по переработке газового конденсата» – Южно-Балыкский газоперерабатывающий комплекс), а также расширение продуктопровода Ю. Балык – Тобольск. Это позволит значительно увеличить поставки легкого углеводородного сырья на переработку. Очевидным выглядит строительство продуктопровода «Тобольск – Уфа – Нижнекамск, который соединил бы добывающие районы с регионами эффективной переработки этого сырья, но тут вступает в силу вышеупомянутый конфликт интересов.

В случае реализации проекта создания газохимических комплексов на трассе «Северные районы Тюменской области – Выборг» с целью использования ценных компонентов природного (богатого этаном) газа (Брагинский, 2012в) может быть рассмотрен вопрос о создании этиленопровода Череповец – Казань и объединении в кольцо ресурсов углеводородного сырья и важнейшего базового полупродукта нефтегазохимии (этилена) трех крупнейших регионов (Западная Сибирь – Урало-Поволжье – Северо-Запад).

Объединение крупнейших центров добычи и переработки сырья, производства нефтегазохимической продукции в перспективе позволило бы оптимизировать сырьевые, полупродуктовые и продуктовые потоки, добиваться тонкой настройки балансировок, особенно в моменты ввода крупных установок, дало бы возможность регулировать и ста-



билизовать циклы бизнеса нефтяных, газовых и нефтегазохимических компаний и сглаживать последствия внутренне присущей нефтегазохимии цикличности развития.

Серьезной проблемой перспективного развития химического комплекса является проблема финансового обеспечения реализации проектов. Дело в том, что современные химические и нефтехимические производства, объединяемые в промышленные комплексы, требуют инвестиции в объеме порядка 1–2 млрд долл. и выше. Для финансового обеспечения таких объектов необходимы иностранные кредиты, однако инвесторы не всегда охотно идут в Россию, ссылаясь на высокие риски. Российские финансовые институты готовы финансировать новое строительство или модернизацию действующих производств химического комплекса, но под высокие проценты. Российские компании химического профиля часто финансируют строительство из собственных средств, но в силу их ограниченности строительство затягивается, эффективность проектов снижается. Конечно, государство может субсидировать ставки по кредитам, поддержать кредиты государственными гарантиями, ввести налоговые каникулы для новых и реконструируемых производств, создать особые экономические зоны в пределах химических и нефтехимических кластеров, разрешить возможность ускоренной амортизации вводимых объектов, а также использовать другие экономические меры, но это делается лишь для отдельных объектов. Авторами рекомендуется методология оптимизации инвестиционной программы химического комплекса, о чем будет сказано ниже.

Для мирового химического комплекса характерной чертой является постоянное техническое совершенствование, внедрение новых технологий и продуктов, иначе говоря, инновационный путь развития. В принципе, большинство существующих в мире технологий производства химической и нефтехимической продукции доступны для любой страны, стремящейся развивать химический комплекс. Это касается и России. Некоторые эксперты высказывают лишь сомнение в возможности получения технологий производства продукции массового использования последнего поколения, а также технологий производства химической и нефтехимической продукции высоких переделов. Тем не менее, в проекты, составляющие основу инвестиционной программы, должны быть непременно заложены новейшие отечественные и зарубежные технологии, если этого не сделать, то имеющееся отставание будет пролонгировано и углублено на весь горизонт перспективного плана.

#### ***§ 4. Предложения по четырехэтапной схеме разработки стратегического плана развития химического комплекса на долгосрочную перспективу***

При разработке долгосрочной стратегии развития химического комплекса важным моментом является соблюдение координации в деятельности крупных компаний химического комплекса. Пока такой координации нет. В частности, в упомянутом «Плане-2030» речь идет о перспективах развития нефтегазохимического блока химического ком-

плекса. Одновременно продолжает действовать «Стратегия-2015». Тем самым повторяется ошибка советских времен, когда часть химического комплекса курировало Министерство химической промышленности, часть – Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

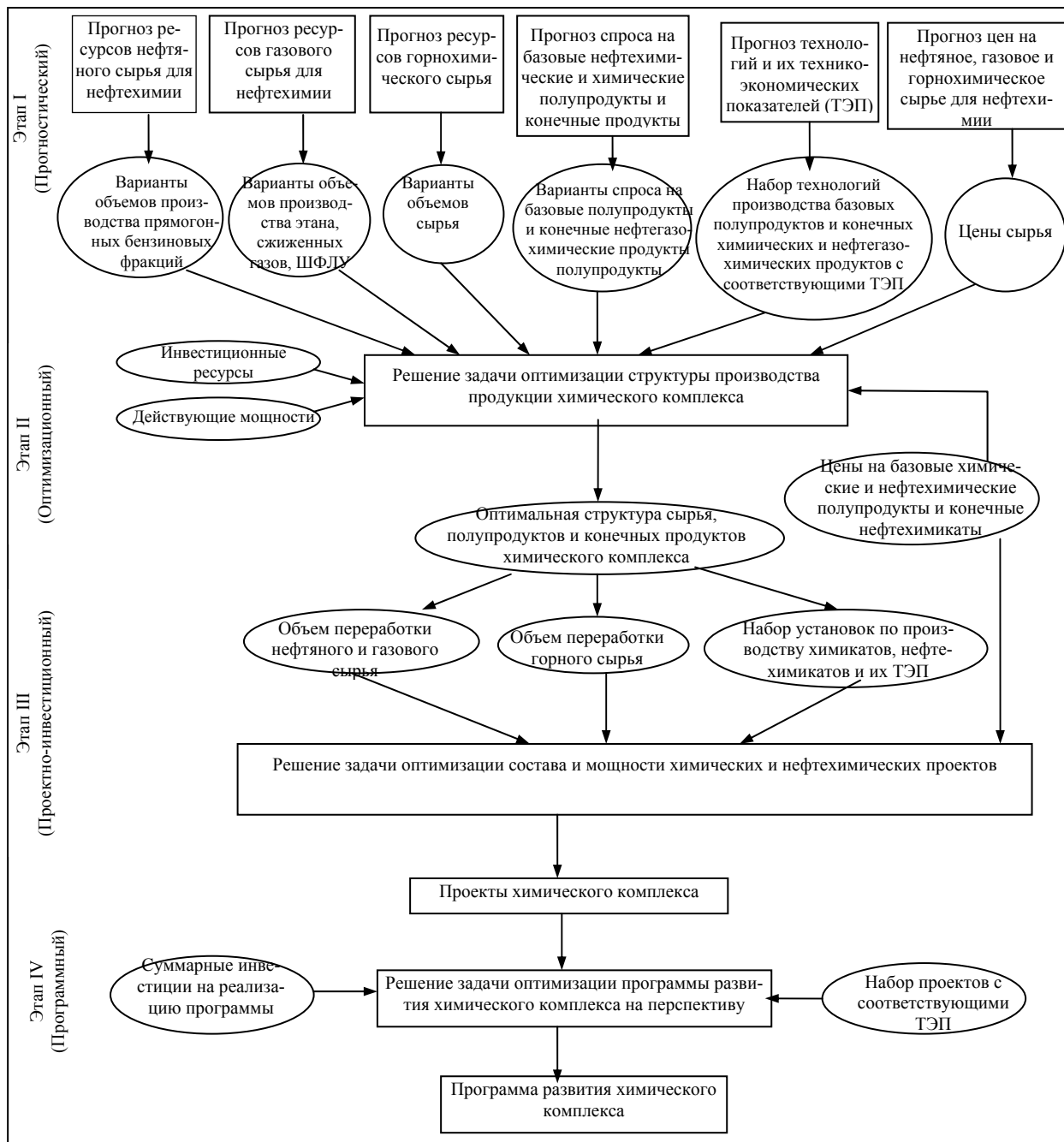
Отсутствие координации приводит к дисбалансам. В частности, ряд компаний сосредоточили свое внимание на весьма выгодном продукте, в котором ощущался явный дефицит, а именно, на полипропилене. В результате несколько компаний практически одновременно вводят крупные установки по выпуску полипропилена, что может привести к избытку продукта и падению цены на него.

Еще более сложная задача возникает при координации деятельности предприятий и реализации проектов, связанных в одну технологическую цепочку, а также при обосновании производств взаимозаменяемых продуктов. Возникают серьезные разбалансировки в деятельности предприятий, производящих сырье, базовые полупродукты, химикаты, нефтехимикаты и продукты их переработки. В результате периоды дефицита сменяются периодами избытка, не всегда увязываются сроки и объемы производства и переработки. Для разработки долгосрочной стратегии развития химического комплекса одним из авторов разработана четырехэтапная схема использования прогнозных и оптимизационных расчетов (Брагинский, 2012а, 2012б, 2012г). Схема представлена на рис. 1.

По трем этапам рекомендованной четырехэтапной схемы были выполнены расчеты по увязке химического комплекса с обеспечивающими и потребляющими отраслями (Брагинский, Кричевский и др., 2005), по обоснованию оптимальной сырьевой базы химии и нефтехимии, выбору сбалансированной структуры производства и потребления базовых полупродуктов и конечной химической и нефтехимической продукции, оптимизации составов и мощностей проектов отдельных производственных комплексов (Брагинский, Кричевский и др., 2007), а также по обоснованию развития химического комплекса на перспективу (Исследование состояния..., 2012).

На первом (прогностическом) этапе с использованием известных методов прогнозирования (экстраполяционные, нормативные, межстрановые сравнения, экспертные оценки) определены масштабы и структура спроса на конечные химические и нефтехимические продукты (пластмассы, химические, в том числе синтетические волокна, минеральные удобрения, лаки и краски, синтетические каучуки, спирты, гликоли и др.). С использованием прогнозных данных о развитии нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности, балансов добычи, экспорта и внутреннего потребления нефти, нефтепродуктов определены возможные ресурсы основных видов нефтегазохимического сырья (прямогонных бензинов или, по международной классификации, нефти, а также сжиженных углеводородных газов, этана, широкой фракции легких углеводородов). Аналогично прогнозируются ресурсы горнохимической промышленности. С использованием методов технологического прогнозирования, главным образом, экспертных оценок, определен набор основных технологических процессов химического и нефтехимического синтеза с набором соответствующих технико-экономических показателей (расход сырья, вы-

ход целевой и побочной продукции, мощность типовой установки, операционные затраты). Также с помощью экспертных оценок определены цены на сырье, промежуточную и конечную продукцию химических и нефтехимических процессов. При прогнозировании спроса широко использовались материалы маркетинговых исследований консалтинговых компаний.



**Рис. 1. Четырехэтапная схема разработки программы развития химического комплекса на перспективу с использованием методов прогнозирования и экономико-математического моделирования**

Результатом первого этапа явилось формулирование целей развития химического комплекса страны, выраженных в показателях производства, экспорта и внутреннего потребления основных видов продукции комплекса, потенциальных сырьевых ресурсов и

наборе технологий с соответствующими технико-экономическими показателями. Показатели спроса, потенциальных ресурсов сырья определены, как правило, по крайней мере в двух вариантах (минимальный, максимальный). В основном эта работа выполнена (хотя и по ограниченному кругу продуктов) в «Плане-2030» и «Стратегии-2015».

На втором (оптимизационном) этапе осуществляется выбор оптимальной структуры производства основных химических и нефтехимических полупродуктов, конечных продуктов; определяется оптимальная сырьевая база комплекса. С учетом выявленных на первом этапе показателей спроса, ресурсов сырья, набора технологий и их технико-экономических показателей формулируется задача оптимизации структуры, в которой ограничениями являются масштабы спроса и ресурсов сырья (по вариантам), набор конкурирующих технологий с соответствующими экономическими оценками. Критерием оптимизации является минимизация затрат на выпуск продукции, удовлетворяющей спрос, при соблюдении ограничений или максимизация прибыли при соблюдении ограничений по сырью и минимальному уровню спроса на продукцию комплекса. Главной целью этапа является достижение сбалансированности между сырьевыми ресурсами, выпуском полупродуктов и конечных нефтехимикатов, а также выбор лучших из возможных технологий. О практической реализации второго этапа было сказано ранее (Брагинский, Кричевский и др., 2005; Брагинский, Кричевский и др., 2009).

На третьем этапе (проектном) формируются варианты проектов, а именно, набор технологических установок определенной мощности с соответствующим сырьевым обеспечением, инвестиционными и операционными затратами, сроками строительства и освоения. Выполнены (с использованием классической методологии обоснования эффективности инвестиционных проектов) соответствующие расчеты по выбору оптимального состава и мощностей на примере газохимического комплекса в г. Череповец (Брагинский, 2009).

На четвертом этапе (программном) выполняется оптимизация инвестиционной программы в виде набора проектов, подготовленных на предыдущем этапе. При этом предусматриваются наличие возможности менять допустимые размеры и конфигурацию проектов, сроки начала строительства и ввода объектов. Возможности варьирования проектов в допустимых размерах позволяют вписать всю совокупность проектов в оптимизационную модель. На этом этапе предполагается консолидация финансовых ресурсов для реализации программы в единый бюджет, реинвестирование прибыли от деятельности проектов, а также перераспределение инвестиционных ресурсов между проектами, иначе говоря, возможность оптимизации инвестиционной программы развития комплекса. Последующие разделы работы посвящены описанию методологии оптимизации инвестиционной программы химического комплекса и анализу результатов экспериментальных расчетов.

## ГЛАВА II.

# МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ

Поскольку при обсуждении результатов первой части данного исследования, отраженного в препринте (Татевосян, Седова и др., 2013) и на научных конференциях (Татевосян, 2013а, 2013б), возникли спорные вопросы, мы посчитали целесообразным предварить этот текст короткими пояснениями.

У специалистов в области обоснования инвестиционных проектов и определения их экономической эффективности было мнение, что инвестиционную программу, составленную из инвестиционных проектов, можно рассматривать как своеобразный инвестиционный проект, и обоснование его свести к оценке эффективности инвестиционных вложений по тем же формулам, что и в отдельных инвестиционных проектах.

Мы исходим из того, что инвестиционная программа и инвестиционный проект принципиально разные понятия. Инвестиционный проект, как правило, направлен на решение конкретной задачи, при этом могут быть разные варианты реализации задачи в соответствии с представленными альтернативными проектами.

Инвестиционная программа в нашем понимании является совокупностью инвестиционных проектов, разработанная для реализации стратегии развития отраслей или регионов.

Термин «стратегия» не является общепризнанным и применяется наряду с терминами «концепция», «план» и другие.

Цели, поставленные стратегией, и реализуемые созданной под нее программой, не могут быть такими конкретными, как задачи инвестиционных проектов. Например, если в региональной программе одной из задач является прокладка трубопровода или продуктопровода, выпуск продукции с заданными свойствами и т.п., то целями инвестиционной программы могут быть: решение задачи экономической безопасности региона, импортозамещение, поддержка традиционных отраслей. Таким образом, инвестиционный проект и инвестиционная программа – разные понятия.

Инвестиционные проекты оцениваются по принятым показателям эффективности; инвестиционную программу следует оценивать в основном по степени реализации заявленных целей, которые трудно формализуются и, как правило, отсутствуют варианты инвестиционной программы.

Оценка инвестиционной программы и принятие решений могут производиться только на основе экспертизы с учетом интересов всех ее участников.

Сейчас инвестиционные программы сверстываются с большим трудом из-за нехватки «профильных» проектов, небольших объемов большинства проектов, качества их обоснования, острой нехватки финансовых ресурсов.

В предыдущих работах мы предлагали следующие основные пути решения проблемы качества инвестиционных программ.

Во-первых, начинать формирование инвестиционной программы не одновременно с принятием стратегии, а дать время желающим принять участие в разработке инвестиционных проектов специально под программу.

Для лучшей ориентации разработчиков можно предложить приблизительные варианты инвестиционной программы, как это было сделано в «Стратегии-2015» в 2008 г.

Как мы уже показали в предыдущих работах, сделано это было недостаточно эффективно. Тогда же мы дали примеры «прообразов» проектов в существенно расширенном варианте, используя экспертные оценки (экспертом был О.Б. Брагинский).

Во-вторых, на основе базового варианта инвестиционной программы были сделаны несколько вариантов, каждый из которых выделялся особыми преимуществами. Делается это путем оптимизации базового варианта инвестиционной программы с учетом интересов ее участников. Интересы участников отражаются в изменяющихся исходных параметрах модели.

Общий подход к обоснованию инвестиционных программ изложен в (Татевосян, Седова и др., 2013; Татевосян 2011), а также доложен на научных конференциях (Татевосян 2012а, 2013б). Здесь использованы отдельные методологические принципы применительно к химическому комплексу.

## ***§ 1. Принципы обоснования инвестиционных программ***

1. Активное участие всех заинтересованных сторон в подготовке и реализации программы; это основной принцип.

Заинтересованными сторонами являются государство в лице министерства-координатора программы и министерств-соисполнителей, федеральный бюджет, коммерческие инвесторы, фирмы – непосредственные исполнители инвестиционных проектов.

Интересы всех сторон – участников процесса должны быть «прописаны» и формализованы при признании приоритета государства, если это государственные инвестиционные программы, либо приоритета иного субъекта, инициировавшего программу.

2. Принцип прозрачности инвестиционных программ и ответственности за их исполнение.

Этот принцип должен реализовываться через регулярные отчеты и открытые обсуждения инвестиционных программ. Любой отчет должен основываться на соответствии сделанной за данный период работы целям и задачам инвестиционной программы. На практике отчеты, выводимые на сайты министерств-координаторов и отчеты ответственных за программу лиц (как правило, это в отраслевых программах один из заместителей министра) сводятся к размытому описанию сложившейся ситуации, проценту освоения за год финансовых средств, движению их по кварталам и оценке реализации инвестиционной программы по «индикаторам», которые, в лучшем случае, лишь косвенно связаны с программой. Недостатки таких методов показаны в (Татевосян, Седова и др., 2013).

Большой опыт мировой практики показывает, что применяющиеся в настоящее время в нашей стране «размытые» методы оценки и контроля за составлением и реализацией инвестиционных программ не позволяют реализовать поставленные в них задачи.

Решить проблему предлагается строгим выполнением вошедших в инвестиционную программу проектов, а неизбежные возникающие в процессе формирования и реализации программы трудности – нехватка финансовых и других видов ресурсов, проблемы с реализацией отдельных проектов и др. преодолевать посредством оптимизации структуры программы.

3. Принцип регулирующей роли инвестиционной программы в развитии отраслевого комплекса, а также его отраслей и подотраслей.

Регулирующая роль со стороны государства в нашем исследовании осуществляется посредством предоставления права устанавливать надбавки к ценам на продукцию и использовать прибыль, получаемую в результате реализации инвестиционных проектов в пределах горизонта программы на реинвестиции.

Этот инструмент должен действовать в двух направлениях:

Во-первых, обеспечить минимальную рентабельность продукции; здесь было принято решение устанавливать рентабельность оборота (отношение прибыли к объему реализованной продукции) на уровне не менее 15% и увеличивать этот показатель при низкой скорости оборота капитала с тем, чтобы не было слишком низких значений показателей рентабельности капитала (отношение прибыли к активам, а в нашем случае это будут инвестиции в год полного их освоения) и рентабельности инвестиций (отношение дисконтированной прибыли к дисконтированным вложениям в инвестиционный проект). Подробно об этой проблеме в (Татевосян, Седова и др., 2013).

Во-вторых, установить повышенную рентабельность перспективным, особо важным и некоторым другим видам проектов.

## ***§ 2. Экономическая модель процесса разработки инвестиционной программы***

Под экономической моделью здесь понимается описание процесса обоснования инвестиционной программы с использованием изложенных выше принципов с выходом на постановку задачи в таком виде, чтобы для ее реализации мог быть использован аппарат оптимизации.

За основу взята модель, разработанная на первом этапе данного исследования (Татевосян, Седова и др., 2013). Здесь представлена более полная экономическая модель с учетом результатов процесса последних исследований.

В предыдущих исследованиях ставилась задача рассчитать варианты инвестиционной программы по заданному критерию или, при многокритериальной оптимизации, по совокупности критериев с учетом технологических и экономических ограничений.

Тогда за основу гипотетической инвестиционной программы были взяты планы мероприятий из «Стратегии-2015», которые при последующей доработке должны были превратиться в инвестиционные проекты. «Стратегии-2015» была принята в начале 2008 г. Главным министерством тогда выступало Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации.

Анализ этого документа показал, что общегосударственные и ведомственные интересы в основном совпадали. В соответствии с этим конкретное наполнение инвестиционной программы формировалось на основе данных «Стратегии-2015» и с существенными экспертными «добавками» (официальной информации не хватало; экспертом был один из авторов настоящего препринта – О.Б. Брагинский).

В данном исследовании в исходный вариант инвестиционной программы включены 18 проектов «Плана-2030» и частично проекты «Стратегии-2015», совместимые с «идеологией» «Плана-2030». Государственные интересы формально представлены официальным документом «План-2030», который инициировался в 2010 г. Министерством энергетики Российской Федерации, созданным в мае 2008 г. (Указом Президента РФ от 12 мая 2008 г. № 724 Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации упразднено; взамен образованы Минпромторг РФ с передачей ему функций в сфере торговли реорганизуемого Министерства экономического развития и торговли РФ и Минпромэнерго РФ).

Поскольку инвестиционные проекты «Плана-2030» инициировались Минпромэнерго РФ, здесь государственные интересы этого ведомства свелись к очень жестким ограничениям всех видов. В результате исследование велось постепенным наращиванием свободы маневра. Конкретно это выразилось в том, что первоначально были наложены серьезные ограничения на объемы проектов, границы передвижения проектов во времени, в ограниченном количестве альтернативных проектов (всего 6), в отсутствии разделения проектов, даже очень «объемных», на порции и др.

Наличие альтернативных проектов во второй версии модели отражает, даже в данной ситуации, прежде всего интересы фирм, желающих принять участие в инвестировании программы, а в ряде случаев – министерств и ведомств-исполнителей.

Исходя из реально создавшихся условий, объемы всех проектов, кроме двух очень небольших по величине, не могли меняться. И хотя верхние границы этих двух проектов были заданы достаточно большие – трех- и четырехкратные (по сравнению с первоначальной мощностью проекта), они заведомо не могли существенно повлиять на конечные результаты. Тем не менее, исследовательская роль этих проектов была существенна для проверки чувствительности математической модели.

Изложенное выше показывает доминирующий приоритет интересов головного ведомства и некоторые небольшие возможности учета интересов министерства, которое в нашей постановке играет роль соисполнителя (Минпромторг РФ), а также интересов коммерческих инвесторов и фирм – участников и потенциальных участников инвестиционной программы.



Постановка задачи предполагает возможность передвижения проектов по годам временного горизонта инвестиционной программы. Этот метод структурных изменений в инвестиционной программе был исследован в (Татевосян, Седова и др., 2013). В последнем исследовании возможности такого маневра были существенно ограничены. В связи с этим были наложены соответствующие ограничения на движение проектов.

Ограничения во времени накладывались для обеспечения естественной последовательности реализации проектов и для желательной первоочередной реализации наиболее важных проектов. Кроме того, действовали «естественные» ограничения – горизонт программы в сочетании со скоростью реализации проекта и скоростью освоения инвестиций.

Возможность варьирования во времени, несмотря на сильные ограничения, в этом варианте модели и в условиях специфики ее реализации играет решающую роль в возможности получения различных вариантов структуры инвестиционной программы. Именно этот фактор призван дать возможность преодолеть барьер ограниченности финансовых ресурсов и возможность их экономии.

С другой стороны, это может помочь соблюсти баланс интересов участников инвестиционной программы, так как в этом случае рассматриваются разные варианты и можно отобрать наиболее приемлемые для всех сторон решения.

### *Генеральное ресурсное ограничение*

Исходной точкой для определения генерального (общего) финансового ресурса должна быть, как это сейчас делается, сумма официально принятых объемов инвестиционных проектов.

Ранее предполагалось собирать все источники финансирования в общем бюджете инвестиционной программы (Татевосян, Седова и др., 2013, Татевосян, Писарева и др., 2011).

Такой подход, с одной стороны, создает возможность эффективной реализации инвестиционной программы, в чем заинтересованы все ее участники. С другой стороны, это может задеть интересы отдельных участников программы. Эти интересы защищены ограничениями на объем проектов и возможностью ввести ограничения на время реализации инвестиционных проектов.

В настоящее время в формировании источников финансирования инвестиционной программы доминируют средства государственного бюджета.

Отечественные банки, к сожалению, не заинтересованы в долгосрочном кредитовании из-за неблагоприятного инвестиционного климата и больших рисков. В то же время именно государственные инвестиционные программы могли бы стать зоной стабильности, которая могла бы затем постепенно распространиться на всю экономику.

Прочие коммерческие инвесторы – это, как правило, фирмы, заинтересованные в продвижении своих проектов, в отдельных случаях желающие поместить свой капитал в надежное дело.

Инвесторы, имеющие возможности воспользоваться банковскими кредитами, могут согласиться на участие в инвестиционной программе по следующим соображениям:

- участие в инвестиционных программах дает возможность получить государственное софинансирование инвестиционных проектов;
- возможность воспользоваться создавшейся в рамках инвестиционной программы инфраструктурой в соответствующем регионе;
- получение гарантии защиты реализации проекта от недобросовестной конкуренции.

Новым моментом в развитии экономической модели явилась возможность реализовать вариант постановки задачи с реинвестированием прибыли, получаемой от реализации инвестиционных проектов в рамках горизонта инвестиционной программы, в бюджет программы. Было решено в интересах эксперимента, а также исходя из относительно низкой рентабельности продукции химического комплекса, использовать на реинвестиции всю прибыль, получаемую в пределах горизонта программы.

Поскольку любые, даже самые необходимые попытки предоставить льготы по прибыли, тем более освободить прибыль от налогов даже временно, вызывают резкие возражения с разных сторон, остановимся на обосновании этого положения применительно к инвестиционным программам.

Интересы Государственного бюджета представляет Министерство финансов РФ. Это ведомство должно быть заинтересовано в достаточном обеспечении государственных инвестиционных программ финансовыми ресурсами и в рациональном их использовании. К сожалению, в создавшейся практике ни то, ни другое не выполняется. Практически большинство инвестиционных проектов недофинансируются, а то, что выделяется на проект, достигает цели с большим опозданием (Татевосян, Седова и др., 2013, Татевосян, Писарева и др., 2011). Таким образом, создается ненормальная ситуация, когда ведомство, ответственное за финансирование, не обеспечивает реализацию государственных интересов.

Решить проблему можно объединением бюджетных источников и источников участников программы.

Догма о том, что любые льготы по налогам наносят вред государственному бюджету, несостоятельна. Не следует забывать, что главное назначение государственного бюджета – это финансирование государственных и социальных нужд. Если не хватает государственных средств на вполне конкретные сферы финансирования, в частности, на инвестиционные программы, то возможность дополнительного финансирования за счет прибыли ее участников, вполне рациональная мера. Это позволит выполнить то, что государству в настоящее время, в условиях нехватки финансовых средств, не под силу.

Кроме того, как будет видно из следующих разделов, в рамках инвестиционной программы при применении метода оптимизации структуры инвестиционной программы, это может привести к экономии средств бюджетного источника.

### ***Возможность локального маневра и локальные ресурсные ограничения***

Постановка задачи предполагает возможность передвижение проектов по годам временного горизонта инвестиционной программы. Этот метод структурных изменений в инвестиционной программе был исследован в (Татевосян, Седова и др., 2013). В этом исследовании возможности такого маневра были существенно ограничены. В связи с этим были наложены существенные ограничения на движение проектов.

Предложенная экономическая модель предполагает возможность локального маневра разного рода ресурсами (Татевосян, Седова и др., 2013).

В настоящем исследовании принята возможность перераспределения рабочей силы, в том числе квалифицированной, внутри так называемого территориального «узла». Это прежде всего, могут быть узлы, где компактно реализуется несколько проектов.

### ***Целевая функция***

Специфика целевой функции в наших исследованиях изложена в (Татевосян, Седова и др., 2013; Татевосян, Писарева и др., 2011). Отметим, что в определенных случаях целевая функция может быть многокритериальной. Здесь, исходя из поставленных в исследовании задач, в качестве целевой функции была выбрана сумма дисконтированной прибыли от реализации инвестиционных проектов.

Сущность этого показателя в качестве целевой функции описана в предыдущих работах (Татевосян, Седова и др., 2013; Татевосян, Писарева и др., 2011). Отметим, что здесь, как и в предыдущих исследованиях на основе этой модели, целевая функция используется не как конечная или главная цель при формировании вариантов инвестиционной программы, а как инструментальный достижения вариантов рациональной структуры инвестиционной программы.

Отметим, что особая роль прибыли в качестве целевой функции в модели в данном случае обусловлена следующим:

а) был активно задействован инструментальный стимулирования рациональных вариантов инвестиционной программы на основе применения системы надбавок к ценам;

б) прибыль от реализации инвестиционной программы была дополнительным источником формирования бюджета инвестиционной программы.

### ***§ 3. Параметры модели и учет интересов участников инвестиционной программы***

Существует мнение, что интересы участников процесса, описываемого оптимизационной моделью, можно отразить только посредством целевой функции, а при многокритериальной оптимизации – только методом Парето, т.е. никто из участников процесса не должен проиграть. Авторы не видят смысла полемизировать на этот счет, а только подчеркивают, что в данном исследовании интересы участников в большей степени отражены

во всех видах ограничений, причем не предполагается консенсус. Доминируют интересы министерства – координатора инвестиционной программы.

В табл. 2.1. представлено соотношение интересов участников инвестиционной программы, параметров модели и способов достижения интересов. В графе «Участники» – государство под номером 1 и министерство – координатор под номером 1а, которое должно выражать его интересы. Тем не менее интересы, как показано в таблице, расходятся.

То же происходит с интересами Государственного бюджета и отвечающего за него Министерства финансов РФ.

Таблица 2.1

**Обеспечение интересов участников инвестиционной программы**

Участники	Интересы	Учет интересов в параметрах модели
1. Государство	Выполнение заявленных целей и задач по развитию отраслевого комплекса (отрасли, подотрасли)	Область допустимых значений для переносов сроков финансирования, возможность реинвестирования прибыли
1а. Министерство–координатор – Минэнерго	Скрупулезное выполнение заявленных проектов	Жесткие ограничения на все виды ресурсов и ограниченное количество альтернативных проектов
2. Министерство–участник – Минпромторг РФ	Максимально возможное выполнение отдельных проектов	Нижние ограничения на объемы проектов; стимулирующие надбавки к ценам
3. Госбюджет	Обеспечение инвестиционной программы необходимым объемом финансовых средств в назначенный срок и контроль за рациональным их использованием	Жесткие ограничения на нижние границы финансирования проектов и инвестиционной программы в целом, жесткие ограничения на движение проектов
3а. Минфин	В сложившейся системе – минимальный объем финансирования с максимальной задержкой реального поступления средств	Интересы этого участника в модели не учитываются из-за явной их деструктивности.
4. Банки	Гарантии выполнения инвестиционной программы	Гибкое финансирование (бюджет инвестиционной программы)
5. Фирмы	Обеспечение минимально необходимого финансирования	Наличие альтернативных проектов, нижние и верхние границы объемов проектов, возможность использовать собственную прибыль

В табл. 2.2. представлены характеристики параметров в рамках данной экономической модели.

*Характеристики параметров*

Параметры	Содержание параметров	Комментарии
Переменные величины и ограничения на переменные	Объемы проектов и ограничения на переменные	Из 28 проектов могут изменять объемы два проекта
Общее (генеральное) ресурсное ограничение (ограничение «сверху»)	Общий объем финансовых ресурсов	Одно ограничение
Области движения проектов во времени	Возможность передвижения проектов к началу и концу горизонта инвестиционной программы	Из 22 основных проектов могут передвигаться в первом варианте оптимизации 20 в очень ограниченных пределах. Из общего количества проектов (28) 27 проектов в пределах, существенно влияющих на результат
Возможность замены проектов	Альтернативные проекты, жестко привязанные к определенным проектам основного списка	Шесть проектов
Локальные ресурсные ограничения (сверху), в данном случае трудовые ресурсы	Альтернативные проекты, жестко привязанные к определенным проектам основного списка	
Стимулирующие параметры	Надбавки к ценам на продукцию инвестиционных проектов	Через этот инструмент реализуется регулирующая роль целевой функции
Целевая функция	Сумма прибыли от реализации продукции инвестиционных проектов	

### ГЛАВА III.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ

### *§ 1. Инструментальная поддержка формирования структуры инвестиционной программы*

Для математической и инструментальной поддержки процесса обоснования инвестиционных программ (ИП) нами создана и на протяжении ряда лет развивается компьютерная система, предназначенная для их разработки, анализа и корректировки.

Наименее проработанным к настоящему времени этапом обоснования ИП представляется непосредственно формирование структуры ИП. Поэтому в нашей компьютерной системе акцент сделан именно на этом этапе.

Механизм принятия решений по формированию состава и объема проектов программы представляет собой итерационный процесс распределения общего объема финансирования на основе учета общих и частных интересов ее участников, вычисления экономических показателей и изменений исходных параметров, приводящих к корректировке структуры программы.

В рамках рекомендуемой компьютерной системы предлагается формировать варианты структуры ИП на основе оптимизационных моделей. Представим общую схему генерации вариантов структуры ИП и место оптимизационных моделей в ней, приведя небольшое описание возможностей компьютерной системы.

Компьютерная система, детальное описание которой дается в (Седова, 2007а, 2007б, 2009; Татевосян, Писарева и др., 2009), реализована на базе MS Excel с привлечением различных пакетов целочисленного линейного программирования, позволяет:

- хранить массивы данных о проектах, пересчитывать исходные данные по проектам в зависимости от сроков их реализации;
- выбрать оптимизационную модель из запомненных ранее или формулировать новую, отражающую особенности разрабатываемой инвестиционной программы;
- легко формировать любую оптимизационную задачу частично целочисленного линейного программирования, записывать задачу в формате, требуемом соответствующим программным пакетом, и решать ее;
- представлять решение задачи в удобном и наглядном для пользователя виде;
- вычислять на основе результатов решения оптимизационной задачи экономические показатели, сравнивать различные варианты программы;
- накапливать построенные оптимизационные модели и запоминать полученные варианты программы.

Таким образом, с помощью оптимизационных моделей решается задача распределения ограниченного объема финансирования программы между проектами и общего объема финансирования по годам с учетом заданных ограничений по одному или нескольким критериям.

Оптимизационные модели развивались и усложнялись по мере возникновения необходимости отражения тех или иных условий и особенностей формируемых ИП: разрабатывались новые, в уже имеющиеся вводились дополнительные элементы.

Многие из моделей, реализованных в компьютерной системе, подробно описаны в предыдущих работах. Так в (Седова, 2007а; Татевосян, Писарева и др., 2009) представлены первые однокритериальные модели оптимизации структуры ИП и распределения финансовых средств по периодам. В этих моделях период начала реализации проектов фиксирован, а оптимизация структуры программы происходит за счет установления границ «свободы» для варьирования объемами проектов и границ перераспределения финансовых ресурсов во времени, а также возможностью локального маневра натуральными ресурсами для группы проектов. В (Седова, 2010) рассмотрена модель, в которой возможно перераспределение финансирования в установленных пределах по периодам внутри отдельных проектов. Работы (Седова, 2011; Татевосян, Писарева и др., 2011) посвящены многокритериальным моделям определения структуры программ и их численной реализации. Следующим этапом стало разработка модели определения оптимальных сроков начала реализации проектов (Татевосян, Седова и др., 2013).

В данной работе приводится модель, учитывающая возможность выбора времени начала реализации проектов во взаимосвязке с реинвестированием прибыли.

## ***§ 2. Модель оптимизации структуры инвестиционной программы с реинвестициями***

Нами разработаны модификации модели формирования структуры инвестиционной программы, учитывающие две ситуации.

1. Прибыль, направляемая на реинвестиции, может использоваться только в период, следующий за тем, в котором она получена. Например, прибыль четвертого года может быть реинвестирована только в пятом.

2. Возможно накопление прибыли. Прибыль конкретного года может быть реинвестирована в любом следующем году. Например, прибыль четвертого года допустимо направлять на инвестиции в пятом, шестом, седьмом и т.д. годах.

Сначала подробно опишем модель для случая 1, а затем покажем, как модифицируется эта модель для случая 2.

Прежде всего, остановимся на основных условиях, в которых формируется ИП.

Во всех описываемых ниже моделях предполагается, что выпуск продукции в рамках проектов и прибыль, получаемая в результате их реализации, пропорциональны капитальным вложениям.

Вложения в программу осуществляются в течение нескольких периодов ( $t = 1, \dots, T$ ).

Мы исходим из того, что проекты в процессе формирования ИП могут менять свои объемы. По каждому проекту, претендующему на включение в программу, задаются нижние и верхние границы его финансирования. Ниже рассматриваются 2 вида проектов: дискретные проекты, у которых объем финансирования может изменяться порциями, и непрерывные проекты, у которых объем финансирования может изменяться на сколь угодно малую величину.

Задан общий объем финансирования программы, что является основным ограничением в описываемых ниже моделях, и начальное распределение этого объема по годам. Начальное распределение финансирования по годам задается не жестко, другими словами, финансовые ресурсы могут перераспределяться между годами в некоторых пределах.

Оптимизация осуществляется по критериям, отражающим общие интересы участников программы и/или ее цели.

Модели строятся для случая, когда время начала реализации проектов не фиксировано. Другими словами, начало проекта может быть сдвинуто относительно заявленного первоначально на несколько периодов вперед или назад.

Итак, приступим к описанию модели.

Пусть номера проектов-кандидатов на включение в программу образуют множество  $J$ . При этом, через  $J_1$  обозначим множество номеров дискретных проектов, а через  $J_2$  – непрерывных проектов.

Пусть номера возможных периодов начала реализации проекта  $j$  образуют множество  $\Lambda(j)$ . Отсчет периодов будем вести от периода начала программы. Примеры множества –  $\Lambda(j) = \{1, 2, 3, 4\}$ ,  $\Lambda(j) = \{2, 3, 4, 7\}$ . Если по проекту  $j_1$  период начала его реализации (допустим  $\eta$ ) не может быть изменен, такому проекту ставится в соответствие множество с единственным элементом  $\Lambda(j_1) = \{\eta\}$ .

Введем следующие переменные модели.

$z_{j\tau}$  – признак начала проекта  $j$  в год  $\tau$ . Переменная  $z_{j\tau}$  принимает значение 1, если проект  $j$  начинается в год  $\tau$ , и значение 0, если проект  $j$  не начинается в год  $\tau$ .

$x_{j\tau}$  – интенсивность финансирования проекта  $j$ , начинающегося в год  $\tau$ .

Под интенсивностью финансирования понимается отношение объема финансирования проекта к его объему финансирования в базовом варианте в постоянных ценах.

Обозначив  $x_j = (x_{j\tau}, \tau \in \Lambda(j))$  и соответственно  $x = (x_j, j \in J)$ , запишем целевую функцию модели в виде

$$f_k(x) \rightarrow \max, \quad k \in K_1, \quad (1)$$

где  $f_k(x)$  – функция, выражающая критериальный показатель  $k$ ;

$K_1$  – множество номеров критериальных показателей.



В нашем случае показатели могут выражаться линейными функциями (например, суммарная дисконтированная прибыль, объем производства) и дробно-линейными функциями (например, рентабельность инвестиций, доля перспективных проектов).

Детализируем запись показателей целевой функции.

Показатели, выражающиеся линейными и дробно-линейными функциями, соответственно, будут иметь вид:

$$f_k(x) = \sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} c_{j\tau}^{1k} x_{j\tau}, \quad k \in K_{11},$$

$$f_k(x) = \frac{\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} c_{j\tau}^{1k} x_{j\tau}}{\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} c_{j\tau}^{2k} x_{j\tau}}, \quad k \in K_{12},$$

где  $c_{j\tau}^{1k}$ ,  $c_{j\tau}^{2k}$  – величины показателя  $k$  при единичной интенсивности финансирования проекта  $j$ , начинающегося в период  $\tau$ ;

$K_{11}$  – множество номеров линейных критериев;

$K_{12}$  – множество номеров дробно-линейных критериев.

Поскольку финансовые ресурсы могут перераспределяться между периодами в некоторых пределах, вводится еще одна группа переменных:  $y^t$  – величина выделяемых на ИП финансовых средств в период  $t$ . Вводятся также переменные, связанные с реинвестированием:  $v^t$  – величина использованной на реинвестиции прибыли в период  $t$ . Тогда комплекс ограничений по объему финансирования можно представить в виде:

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^1 x_{j\tau} = y^1, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^t x_{j\tau} = y^t + v^t, \quad t = 2, \dots, T, \quad (3)$$

$$v^t \leq \alpha \sum_{j \in J} \sum_{\substack{\tau \in \Lambda(j), \\ \tau < t}} p_{j\tau}^{t-1} x_{j\tau}, \quad t = 2, \dots, T, \quad (4)$$

$$\underline{y}^t \leq y^t \leq \overline{y}^t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^T y^t \leq b^0, \quad (6)$$

где  $a_{j\tau}^t$  – объем финансирования в период  $t$ , необходимый для осуществления проекта  $j$ , начинающегося в период  $\tau$  при единичной интенсивности финансирования проекта;

$\alpha$  – доля прибыли, направляемая на реинвестиции;

$p_{j\tau}^t$  – прибыль, получаемая в период  $t$ , в результате реализации проекта  $j$ , начинающегося в период  $\tau$  при единичной интенсивности финансирования проекта;

$\underline{y}^t$ ,  $\overline{y}^t$  – нижняя и верхняя границы, соответственно, величины финансовых средств (объема финансирования), выделяемых программе в период  $t$ ;

$b^0$  – общий объем финансирования программы.

Объем финансирования в период  $t$  проекта  $j$  при условии его начала в период  $\tau$  определяется перемножением величин  $a_{j\tau}^t$  и  $x_{j\tau}$ .

Дополнительно в модели предусмотрены ограничения (снизу или сверху) на величины показателей, не попавших в целевую функцию.

$$f_k(x) \geq \underline{f}_k, \quad k \in K_2, \quad (7)$$

$$f_k(x) \leq \overline{f}_k, \quad k \in K_3, \quad (8)$$

где  $\underline{f}_k$  – нижняя граница величины показателя  $k$ ;

$K_2$  – множество номеров показателей, на которые наложены ограничения снизу;

$\overline{f}_k$  – верхняя граница величины показателя  $k$ ;

$K_3$  – множество номеров показателей, на которые наложены ограничения сверху;

Поскольку проект  $j$  может начинаться в разные периоды, необходимо обеспечить его начало только в один из возможных периодов. Для этого вводятся ограничения (сумма  $z_{j\tau}$  при фиксированном  $j$  меньше или равна 1)

$$\sum_{\tau \in \Lambda(j)} z_{j\tau} \leq 1, \quad j \in J. \quad (9)$$

Если некоторый проект  $l$  должен быть обязательно реализован, то для него условие (9) преобразуется к виду

$$\sum_{\tau \in \Lambda(l)} z_{l\tau} = 1.$$

Ограничения снизу  $\underline{d}_j$  и сверху  $\overline{d}_j$  на интенсивность финансирования проекта  $j$  связаны с технологическими ограничениями, ограничениями по спросу, с отражением индивидуальных интересов;

Ограничения сверху на интенсивность финансирования проектов записываются в виде

$$x_{j\tau} \leq \overline{d}_j z_{j\tau}, \quad \tau \in \Lambda(j), \quad j \in J, \quad (10)$$

где  $\overline{d}_j$  – максимальная интенсивность финансирования проекта  $j$ .

Так как при фиксированном  $j$  или только одно  $z_{j\tau}$  равно 1, или все  $z_{j\tau}$  равны 0, больше нуля будет не более одного  $x_{j\tau}$ .

Ограничения снизу на интенсивность финансирования проектов следует записать в виде

$$\sum_{\tau \in \Lambda(j)} x_{j\tau} \geq \underline{d}_j, \quad j \in J, \quad (11)$$

где  $\underline{d}_j$  – минимальная интенсивность финансирования проекта  $j$ .

Ограничения (9), (10) обеспечивают то, что при фиксированном  $j$  только одно  $x_{j\tau}$  будет отлично от 0. И этот  $x_{j\tau}$  будет больше или равен нижней границе  $\underline{d}_j$ .

С другой стороны, ограничение (11) заставляет при  $\underline{d}_j > 0$  хотя бы одно  $z_{j\tau}$  быть равным 1. Другими словами, проект  $j$ , у которого  $\underline{d}_j > 0$ , в какой-то год из списка  $\Lambda(j)$  обязательно начнется.

Ограничения снизу и сверху могут накладываться на интенсивность финансирования группы проектов. Чаще всего в рамках таких проектов планируется выпускать сходную продукцию. Такие ограничения записываются следующим образом:

$$\sum_{j \in J(l)} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} x_{j\tau} \geq \underline{d}^l, \quad (12)$$

$$\sum_{j \in J(l)} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} x_{j\tau} \leq \bar{d}^l, \quad (13)$$

где  $J(l)$  – множество номеров проектов, образующих группу  $l$ ;

$\underline{d}^l$  – минимальная интенсивность финансирования проектов, входящих в группу  $l$ ;

$\bar{d}^l$  – максимальная интенсивность финансирования проектов, входящих в группу  $l$ .

При этом условия (10) для проектов группы  $l$  обязательно сохраняются, так как обеспечивают то, что только одно  $x_{j\tau}$  для фиксированного  $j$  будет больше 0. Однако, для того, чтобы задача не оказалась противоречивой, должно соблюдаться условие

$$\sum_{j \in J^l} \bar{d}_j \leq \bar{d}^l.$$

Введение ограничений (12), (13) с одновременным ослаблением условий (10) и (11) (уменьшением  $\underline{d}_j$  и увеличением  $\bar{d}_j$ ) создают условия для перераспределения финансирования между проектами одинаковой направленности в пользу более эффективных.

В модель вводятся технические условия. Интенсивность финансирования для дискретных проектов выражается целым числом, отсюда

$$x_{j\tau} - \text{целые}, \quad \tau \in \Lambda(j), \quad j \in J_1. \quad (14)$$

В частном случае, если проект  $j$  либо может осуществляться в неизменном виде, либо от его реализации отказываются, то для такого проекта  $x_{j\tau} \in \{0, 1\}$ .

Когда существует возможность выбора времени начала реализации проектов, возникает потребность модельного учета временной (хронологической) взаимосвязи проектов. Не претендуя на полноту, рассмотрим наиболее часто встречающиеся ситуации. Содержательное происхождение этих ситуаций может быть самое разное.

1. Некоторый проект  $j_2$  должен начинаться точно через  $\eta$  лет после начала проекта  $j_1$ . В этом случае в исходных данных списки  $\Lambda(j_1)$  и  $\Lambda(j_2)$  должны быть согласованы и производятся замены

$$z_{j_2\tau} = z_{j_1(\tau-\eta)}, \quad \tau \in \Lambda(j_2). \quad (15)$$

Другими словами, для расчетов в оптимизационной модели такие проекты объединяются в один проект, а затем пользователю представляются в первоначальном виде.

2. Некоторый проект  $j_2$  должен начинаться не менее, чем через  $\eta$  лет (периодов) после начала проекта  $j_1$ . Ограничение вида (9) для  $j_1$  дополняется равенствами

$$z_{j_1\tau} = \sum_{\substack{\lambda \in \Lambda(j_2), \\ \lambda \geq \tau + \eta}} z_{j_2\lambda}, \quad \tau \in \Lambda(j_1), \quad (16)$$

а (9) для  $j_2$  становится лишним и исключается. Это обеспечивает следующее. Если в период  $\tau$  начинается проект  $j_1$  ( $z_{j_1\tau} = 1$ ), то в какой-то из периодов  $\lambda \geq \tau + \eta$  начнется проект  $j_2$ .

3. Некоторый проект  $j_2$  должен начинаться не более, чем через  $\eta$  лет (периодов) после начала проекта  $j_1$ . Ситуация аналогична предыдущей. Неравенство (9) для  $j_2$  исключается, а для  $j_1$  дополняется равенствами

$$z_{j_1\tau} = \sum_{\substack{\lambda \in \Lambda(j_2), \\ \lambda \leq \tau + \eta}} z_{j_2\lambda}, \quad \tau \in \Lambda(j_1). \quad (17)$$

4. Должен реализовываться либо проект  $j_1$ , либо проект  $j_2$  (например, один из вариантов проекта). Для таких проектов ограничения вида (9) заменяются условием

$$\sum_{\tau \in \Lambda(j_1)} z_{j_1\tau} + \sum_{\tau \in \Lambda(j_2)} z_{j_2\tau} \leq 1 \quad (18)$$

или соответствующим равенством, если какой-то из вариантов должен быть обязательно осуществлен.

Таким образом, получена модель (1)–(14) с учетом возможных дополнительных ограничений (15)–(18). Остановимся на некоторых особенностях этой модели.

Рассмотрим случай, когда у непрерывного проекта нижняя граница интенсивности финансирования ( $\underline{d}_j$ ) равна 0. В этом случае, если проект включается в программу, необходимо избежать ситуации, когда выделяется слишком маленькая величина финансовых средств. Воспользуемся следующим приемом.

Обозначим через  $w_j$  минимальную интенсивность финансирования проекта  $j$  в случае включения его в ИП. Тогда переменные  $x_{j\tau}$  будут интерпретироваться как интенсивность финансирования проекта  $j$ , начинающегося в год  $\tau$ , сверх минимальной и она будет определяться выражением

$$w_j z_{j\tau} + x_{j\tau}, \quad \tau \in \Lambda(j), \quad j \in J.$$

Соответственно, все выражения вида  $c_{j\tau} x_{j\tau}$  преобразуются к виду  $c_{j\tau} w_j z_{j\tau} + c_{j\tau} x_{j\tau}$ .

Средства сверх минимально объема должны выделять только в том случае, если выделен этот минимальный объем, отсюда ограничение сверху на  $x_{j\tau}$  преобразуется к виду

$$x_{j\tau} \leq (\bar{d}_j - w_j)z_{j\tau}, \quad \tau \in \Lambda(j), \quad j \in J.$$

С ограничением (6) оптимизационная задача, как правило, будет иметь неединственное решение. Это содержательно соответствует тому, что в некоторые периоды существует возможность финансировать ИП как за счет выделенных на программу средств, так и за счет реинвестирования прибыли. В этом случае можно наметить несколько подходов.

1. Если в полученном решении условие (6) оказалось неактивным, то разность  $b^0 - \sum_{t=1}^T y^{t*}$  (где  $y^{t*}$  – оптимальные значения  $y^t$ ), исходя из экспертных оценок, распределяется между периодами. Увеличиваются значения переменных  $y^t$  и уменьшаются значения соответствующих  $v^t$ . Скорректированное таким образом решение окажется оптимальным, а структура программы и значения всех показателей останутся неизменными.

2. Решить задачу, заменив неравенство (6) на равенство. Если задача окажется совместной, то найденное решение будет обеспечивать максимальное использование выделенных ИП финансовых средств. В противном случае смотри пункт 3.

3. Ввести ограничение  $\sum_{t=1}^T y^t \geq b^0 - \Delta b^0$ , где  $\Delta b^0$  – параметр, и найти минимальное значение этого параметра, при котором оптимизационная задача окажется совместной.

При отказе от ограничений (5) получим оптимальное распределение выделяемого программе объема финансирования по периодам.

Если возникает потребность выполнить расчеты без учета реинвестиций, группа ограничений (2)–(6) заменяется на

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^t x_{j\tau} = y^t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (19)$$

$$\underline{y}^t \leq y^t \leq \overline{y}^t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (20)$$

$$\sum_{t=1}^T y^t \leq b^0. \quad (21)$$

Такая замена приводит к модели, описанной в (Татевосян, Седова и др., 2013).

При этом, если сумма верхних границ объемов финансирования по годам равна общему объему финансирования программы, т.е.

$$\sum_{t=1}^T \overline{y}^t = b^0, \quad (22)$$

то перераспределение финансовых средств между годами происходить не будет, и условия (19)–(21) можно переписать в виде:

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^t x_{j\tau} \leq \overline{y}^t, \quad t = 1, \dots, T. \quad (23)$$

Теперь покажем, как меняется модель в случае, когда возможно накопление прибыли на реинвестиции. Изменения касаются ограничений вида (4), которые преобразуются к виду:

$$v^t \leq \alpha \sum_{\eta=1}^{t-1} \sum_{j \in J} \sum_{\substack{\tau \in \Lambda(j), \\ \tau < \eta}} p_{j\tau}^{\eta-1} x_{j\tau} - \sum_{\eta=2}^{t-1} v^{\eta}, \quad t = 2, \dots, T. \quad (24)$$

Отметим, что правая часть выражений (24) представляет собой разность между прибылью, которая может быть направлена на реинвестиции и на них фактически использованной к периоду  $t$ .

Полученная модель (1)–(18) и ее модификация с ограничением (24) являются многокритериальными задачами частично целочисленного линейного программирования. Мы рассматривали случай, когда среди критериев может быть два или более дробно-линейных. Для их численной реализации авторами препринта создана компьютерная программа, основанная на минимаксном методе, предложенном и реализованном Е.Г. Гольштейном (смотри, например, (Гольштейн, Борисова и др., 1990) для задачи с непрерывными переменными. Выбор метода обусловлен наличием нескольких дробно-линейных критериев. Мы распространили минимаксный метод многокритериальной оптимизации на задачи со смешанными переменными (Седова, 2011). В отличие от (Гольштейн, Борисова и др., 1990), где внутри минимаксного метода многократно решается задача линейного программирования, нам приходится многократно решать задачу частично целочисленного линейного программирования. Наша программа разработана с использованием модуля, реализующего метод ветвей и границ, который создан в ЦЭМИ РАН У.Х. Малковым.

Компьютерная система, в рамках которой реализована инструментальная поддержка приведенной модели, допускает изменение:

- состава проектов, предлагаемых к включению в программу;
- числа, состава и весовых коэффициентов целевых показателей;
- общего объема финансирования и распределения этого объема по годам;
- пороговых значений показателей;
- нижних и верхних границ объемов проектов;
- доли прибыли, направляемой на реинвестиции.

Изменение указанных выше параметров модели позволяет генерировать множество вариантов структуры инвестиционной программы, которые характеризуются различными свойствами. Полученное множество служит информацией для принятия сбалансированного окончательного решения относительно состава, объемов проектов, времени начала их реализации, распределения финансирования программы по годам, доли прибыли, направляемой на реинвестиции и т.п.

## ГЛАВА IV.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

### *§ 1. План эксперимента и подготовка исходной информации*

План эксперимента включает в себя следующие этапы:

1) Подготовка исходной информации.

2) Определение целевой функции, распределение общего ресурсного ограничения по годам ее временного горизонта; общая характеристика исходной информации.

3) Эксперимент.

#### Подготовка исходной информации.

Реальные инвестиционные программы развития крупного многоотраслевого комплекса формируются, как правило, в виде набора проектов. В свою очередь, проекты представляют собой комбинации производственных установок разной конфигурации и различной мощности по выпуску промежуточной и конечной химической и нефтехимической продукции с учетом сырьевого блока и объектов инженерной и социальной инфраструктуры.

Для исследования выбран набор проектов из «Плана развития нефтегазохимии России на период до 2030 г.», разработанного Минэнерго РФ и именуемого в дальнейшем «План-2030», и из «Стратегии развития химической промышленности на период до 2015 г.», разработанной Минпромторгом РФ, именуемой в дальнейшем «Стратегия-2015». Всего было рассмотрено 82 проекта, в т.ч. 18 проектов «Плана-2030», представляющих собой, как правило, проекты крупных нефтегазохимических кластеров, а также 64 проекта «Стратегии-2015», являющихся проектами реконструкции действующих и строительства новых производств по выпуску химической и нефтехимической продукции.

К сожалению, практически по всем проектам была представлена крайне скудная информация: данные о мощности по выпуску конечной продукции, необходимые инвестиции, сроки начала и окончания строительства.

Отсутствие данных об экономике проектов (валовой выпуск, издержки, прибыль, рентабельность) объясняется, по-видимому, коммерческими соображениями компаний, предложивших тот или иной проект.

Представленной информации явно недостаточно для выполнения расчетов эффективности этих проектов и, тем более, для оптимизации инвестиционной программы развития многоотраслевого химического комплекса, объединяющего химические и нефтегазохимические производства.

Для расчета эффективности каждого из включенных в оптимизируемую инвестиционную программу проектов необходима, как минимум, следующая информация:

- состав и мощности включенных в проект технологических установок по выпуску нефтехимической и химической продукции;
- период жизненного цикла проекта;
- объем и стоимость выпускаемой продукции по годам эксплуатации в течение жизненного цикла проекта;
- расходный коэффициент основного вида сырья (расходные коэффициенты в случае множества видов сырья);
- период строительства установок, входящих в проект с учетом объектов производственной и социальной инфраструктуры;
- суммарный объем инвестиций для реализации проекта и распределение инвестиций по годам строительства;
- текущие издержки на реализацию проекта по годам строительства;
- цены на сырье, конечную основную и побочную продукции в динамике на весь жизненный цикл проекта.

В связи с отсутствием многих из указанных выше показателей для решения задачи оптимизации инвестиционной программы был выполнен комплекс работ по экспертной оценке показателей каждого из включенных в инвестиционную программу проектов. В качестве основных показателей по рассматриваемым проектам (кроме уже имевшихся) рассчитывались следующие: распределение инвестиций по годам строительства; степень освоения мощностей по годам после пуска очередей или проекта в целом; объем выпуска в каждом году после ввода с учетом коэффициента освоения мощностей в натуральном и денежном выражении; издержки производства в каждом году; прибыль от реализации продукции в каждом году; рентабельность производства в каждом году периода жизненного цикла проектов.

В качестве источников информации при выполнении экспертных расчетов использовались результаты многолетних исследований одного из авторов в области экономики производства химической и нефтехимической продукции (Брагинский, 2003, 2009); регулярно публикуемые данные о ценах на продукцию химического и нефтегазохимического комплекса в журналах «Вестник химической промышленности», «Химкурьер», в материалах ЗАО «Интерфакс-агентство нефтяной информации» (ИНТЕРФАКС-АНИ), а также данные информационно-аналитического центра «Кортес». Сведения об аналогичных зарубежных проектах брались из обзоров, ежегодно представляемых в журнале «Oil and Gas Journal» (раздел «World Construction»). Сведения о технологиях химического и нефтехимического синтеза и их технико-экономических показателях принимались из периодически публикуемых материалов в журналах «Hydrocarbon Processing», «Chemical Week», «The Chemical Journal» и др. Использовался также информационный материал разработок по оптимизации планирования развития нефтехимической промышленности Саудовской Аравии (Heshan, Alfares, 2002), а также некоторые методические приемы адаптации зарубежных данных к российским условиям, рекомендованные в (Глебова, 2013). Отметим при этом, что при использовании зарубежных данных по стоимости проектов и по издержкам на производство продукции приходилось делать корректировки для



учета российской специфики строительства производственных установок и инфраструктурных объектов, а также использовать данные о российских ценах при расчете стоимостных показателей.

Подготовка информационного фонда для решения задачи оптимизации инвестиционной программы развития крупного многоотраслевого производственного комплекса (химического и нефтехимического) проходила в несколько этапов:

1) анализ мирового опыта развития отраслей химического и нефтехимического комплекса с целью выбора отечественных и, чаще всего, зарубежных аналогов производств и технологий;

2) определение основных производственно-технологических и технико-экономических показателей аналогов и адаптация их к российским условиям с использованием специальных методических приемов;

3) выполнение маркетингового исследования производства наиболее крупнотоннажных продуктов химического и нефтехимического комплекса и анализ мирового и отечественного рынка сбыта этой продукции на перспективу;

4) исследование динамики мировых цен на нефть, нефтепродукты, химические и нефтехимические продукты;

5) расчет основных экономических показателей по каждому из проектов на период 2011–2035 гг.

Что касается инвестиций по проектам, то по большинству из принятых для расчета проектов такие суммарные показатели имелись, однако эти данные были определены в целом по проекту и по сути дела исключали возможности анализа этих показателей и расчета суммарных инвестиционных затрат для альтернативных вариантов проектов. В этом случае принимались данные по проектам-аналогам, главным образом, зарубежным.

При адаптации этих данных к российским проектам учитывался, во-первых, фактор «эффекта масштаба», а во-вторых, использовались индексы для пересчета зарубежных аналогов, принятые, как правило, по данным за прошлый период, к настоящему времени, и в третьих, принимались во внимание моменты, в частности, особенности, связанные с российской спецификой проектирования и строительства объектов исследуемого многоотраслевого комплекса.

При анализе проектов-аналогов для определения влияния эффекта масштаба использовалась формула зависимости размера капиталовложений от масштаба производственной установки

$$\frac{K_2}{K_1} = \left( \frac{M_2}{M_1} \right)^\alpha$$
, где  $K_2$  и  $K_1$  – капиталовложения для установок большей и меньшей мощности;  $M_2$  и  $M_1$  величины установок большей и меньшей мощности;  $\alpha$  – коэффициент, определяющий значение «эффекта масштаба», причем  $0 < \alpha < 1$ , а конкретно для отраслей химической и нефтехимической промышленности  $\alpha = 0,7$ .

Учитывая то обстоятельство, что данные принимались по проектам-аналогам, реализованным в прошлые годы, для приведения их к настоящему времени использовались специальные индексы, в частности, индекс Нельсона-Фаррера (Nelson-Farrar Cost Index

Сарех), регулярно публикуемый в журнале «Oil and Gas Journal» и охватывающий многие виды оборудования нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности.

Распределение капиталовложений по годам строительства осуществлялось с использованием экспертных оценок, полученных на основании анализа реализованных и планируемых отечественных и зарубежных проектов. Анализ показал, что многие крупные проекты реализуются в течение 3–5 лет. Средние значения распределения инвестиций по годам строительства крупного проекта, реализуемого за 5 лет, таковы: 1-й год – 5%, 2-й год – 10%, 3-й год – 25%, 4-й год – 45%, 5-й год – 15%. Однако для отдельных проектов были приняты другие распределения инвестиций в зависимости от типа производства и сроков строительства.

При расчете стоимости сырья и выпускаемой продукции использовались справочные цены внутреннего рынка. Динамика цен по годам выпуска определялась экспертно, но при этом использовались международные и отечественные прогнозы цен на нефть, нефтепродукты, сжиженные углеводородные газы, нефтехимические и химические продукты. В качестве коэффициентов пересчета использовались также американские индексы цен производителей (Producer Price Index) и потребителей (Consumer Price Index). Отправными точками при определении цен были международные прогнозы цен на нефть сортов Brent и Urals, отечественные прогнозы внутренних цен на нефть, складывающиеся и достаточно устойчивые соотношения цен на нефть, нефтепродукты и на химические продукты.

Показатели эксплуатационных затрат по отдельным установкам и в целом по проектам принимались на основании экспертных данных. Показатели рентабельности также устанавливались экспертно в виде двух вариантов (минимальный и максимальный).

Поскольку проекты в представленных правительственных документах («План-2030», «Стратегия-2015») были безальтернативны, также экспертно были сформулированы альтернативные варианты, а именно, обоснована возможность сдвигов сроков начала и окончания строительства, изменения коэффициентов использования мощностей, возможности изменения масштабов, конфигурации и мощности производственных установок в составе проектов. Предполагались либо замена включенных в программу проектов альтернативными, либо рассмотрение всей совокупности основных и альтернативных проектов.

В представленных в правительственных программах проектах не учитывались ограничения по обеспечению финансовыми ресурсами по каждому году жизненного цикла проекта. Такие ограничения оценивались экспертно.

С целью учета возможности рекапитализации прибыли для проектов, реализация которых осуществляется в виде нескольких этапов (фаз), вводилось условие отчисления от прибыли от производства продукции завершенных фаз с целью ее использования для капитального строительства последующих фаз. Указанные возможности также учитывались в виде экспертных оценок.

Работа по подготовке информационного материала была сделана для обеспечения возможности оптимизации инвестиционной программы комплекса при соблюдении ряда принципов, а именно:

– принципа максимальной адаптации имеющихся в аналогичных зарубежных проектах данных к российским условиям;

– принципа финансовой ограниченности программы (по годам перспективного периода), но при возможности перераспределения финансовых ресурсов и использования внутренних резервов за счет рекапитализации прибыли;

– принципа прозрачности информации и понимания определенной условности принятых экспертных оценок;

– принципа оптимизации, а именно, возможности рассчитывать различные варианты инвестиционной программы по заданному критерию (при многокритериальной оптимизации – критериям) с учетом технологических и экономических (прежде всего финансовых) ограничений и интересов участников, на основе оптимального перераспределения имеющихся ресурсов.

Официальными источниками, принятые как исходные для создания и анализа информационной базы, как уже отмечалось, были Стратегия развития химической промышленности на период до 2015 г. («Стратегия-2015») и План развития нефтегазохимической промышленности до 2030 г. («План-2030»).

В этих документах («Стратегия-2015» и «План-2030») отсутствовали инвестиционные программы. «Стратегия-2015» была принята в 2008 г., «План-2030» в первоначальном виде – в 2010 г. Инвестиционные программы к этим документам так и не появились. Вместо них в 2011–2012 гг. были выполнены некоторые корректировки.

В частности, по «Стратегии-2015»: перечень инвестиционных проектов составил 91 проект, дифференцированных по федеральным округам и внутри округов «по узлам», таким как Новомосковский, Ярославский, Уфимский и другие узлы. При этом были уточнены названия проектов, их стоимость, а именно – требуемые на проект инвестиции, а также годовая мощность, годы реализации (т.е. годы вложения инвестиций), источники финансирования – собственные, привлеченные, бюджетные и др., инновационное обеспечение (отечественное и импортное оборудование и технологии). К проектам было приложено краткое описание результатов реализации проекта.

По «Плану-2030» изначальной информации было несколько меньше: название проекта, местоположение, мощность производства, вид и источник сырья, планируемый год начала ввода и планируемое количество занятых.

Для оптимизации программы указанных выше данных было недостаточно. Необходимо было дополнительно подготовить следующую конкретную информацию по каждому проекту: объем инвестиций (капитальных вложений); распределение инвестиций по годам инвестирования; стоимость выпуска продукции по годам от начала производства до последнего года горизонта программы с учетом степени освоения производства; рентабельность оборота по каждому виду продукции; возможные альтернативные проекты; возможные перенесения сроков начала проектов.

В качестве исходного объема финансовых ресурсов (генеральное ресурсное ограничение) была взята сумма объемов проектов обеих программ, содержащаяся в правительственных документах.

## **Экспертные оценки и расчет «вторичной» информации на основе «естественных соотношений между показателями».**

**Этап 1.** На основе предварительной подготовки была генерирована дополнительная информация.

По «Плану-2030» и «Стратегии-2015» были определены данные по каждому проекту. По большинству проектов сроки реализации были определены как год начала и окончания строительства. В отдельных проектах сроки были указаны по кварталам года. Для единообразия во всех проектах сроки начала и окончания строительства были приняты в годах. Экспертно было выполнено распределение инвестиций по годам строительства. Например, в проекте № 11 «Тобольск», в котором предусматривалось создание производственного комплекса по выпуску полипропилена мощностью 500 тыс. тонн в год по следующей технологической цепочке: сырьё (сжиженный углеводородный газ пропан) → дегидрирование в пропилен (промежуточный базовый полупродукт) – полимеризация в полипропилен (конечный продукт), срок строительства 3 года, суммарные инвестиции 45 млрд р., распределение инвестиций по годам строительства: 1-й год – 20%, 2-й год – 50%, 3-й год – 30%.

В первоначальных правительственных документах ни в одном проекте не были указаны данные по стоимости продукции и издержкам производства. Все эти показатели были определены экспертно. Если взять в качестве примера предыдущий проект № 11 «Создание в Тобольске производства полипропилена мощностью 500 тыс. т в год», то предполагалось, что выпуск продукции (полипропилена) в первый год после пуска будет осуществляться с учетом освоения мощности на 50%, а во 2-й год после пуска и последующие годы, вплоть до окончания действия инвестиционной программы – при использовании мощности на 100%. Стоимость выпуска продукции определяется для каждого года путем перемножения объема выпуска на цену. Расчеты велись в постоянных ценах, как это делается на практике.

Стоимость издержек производства в каждом году складывается из стоимости исходного сырья (пропана), умноженного на его цену, а также из прочих эксплуатационных затрат. Как показал предварительный анализ отечественных и зарубежных производств полимеризационных пластиков (полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида) в эксплуатационных издержках этих производств стоимость сырья составляет 60% издержек. Исходя из этих соображений определялась прибыль. Также экспертно оценивались налоговые вычеты и определялись чистая прибыль, рентабельность оборота и коэффициент оборота капитала.

Для проектов, в которых выпускалось несколько товарных продуктов и использовалось несколько видов сырья, методология исчисления показателей товарного выпуска была аналогичной вышеприведенному примеру, но выпуски каждого вида товарной продукции суммировались.

Проекты, перечисленные в правительственных документах, были безальтернативными. Авторами были предложены альтернативные проекты, в которых изменялись объе-

мы и структура выпускаемой продукции, сроки начала и окончания строительства. В частности, по вышеприведенному проекту № 11 (производство полипропилена на Тобольском нефтехимическом комбинате) было предусмотрено изменение начала строительства на один год ранее и на два года позже первоначально указанного срока.

**Этап 2.** На этом этапе из общего списка были выведены и скорректированы отдельные проекты в связи с изменившимися обстоятельствами. За основу инвестиционной программы были взяты все 18 проектов «Плана-2030», по четырем из них были определены альтернативные проекты. К ним были присоединены 4 проекта из «Стратегии-2015» с двумя альтернативными. Были определены перспективные и особо важные проекты.

Инвестиции были распределены по годам реализации проектов. Были определены коэффициенты освоения продукции и выпуск ее по годам программы.

Коэффициенты оборота капитала были определены условным методом посредством деления объема продукции на объем инвестиций. Это дало возможность рассчитать рентабельность капитала посредством перемножения рентабельности оборота продукции на коэффициент оборота капитала.

На основе полученных данных о выпуске продукции и рентабельности оборота была рассчитана прибыль по всем видам продукции.

**Этап 3.** Формирование исходных данных для эксперимента и оптимизация инвестиционной программы.

Для экспериментальных расчетов было принято 28 проектов, в состав которых наряду с теми, что входили в правительственные документы, вошли альтернативные проекты, «привязанные» к соответствующим потенциально заменяемым проектам. Среди вошедших в список уже упомянутый проект №11 («Создание на Тобольском НХН производства полипропилена дегидрированием пропана мощностью 500 тыс. т/год»), а также проект № 12 («Создание газохимического комплекса в Будденовке, Ставропольский край»), проект № 13 («Трансвалгаз», включающий в свой состав продуктопровод 600 км Череповец – Усть-Луга, завод по разделению газа мощностью 30 млрд м<sup>3</sup> и производству ШФЛУ мощностью 2 млн т/год), проект № 82 («Комплекс по производству полиэфирного волокна на Тверском заводе химволокна мощностью 140 тыс. т/год»), которые относятся к перспективным, а также два проекта – № 7 («Создание газохимического комплекса в г. Саянске») и № 11 («Создание нового газохимического комплекса в Тобольске на существующей площадке Тобольского НХК»), которые отнесены к разряду особо важных.

Все проекты, кроме двух, не могут изменяться в объемах. Проекты № 23 («Производство шин на Ярославском шинном заводе») и № 82 могут увеличиваться в объемах в пределах, соответственно, до четырех и трех раз. В этих проектах характер изменений объемов производства непрерывный, т.е. переменные приняты как нецелочисленные.

На этом этапе проводится также анализ дополнительных экономических показателей проектов. Данные приведены в табл. 4.1.

Анализ показывает, что существуют большие различия в характере переменных величин. В частности, могут резко различаться рентабельность оборота и капитала по од-

ному и тому же проекту. В связи с этим по проектам, где в связи с очень низкой скоростью оборота активов рентабельность капитала оказалась слишком низкой, к цене была сделана надбавка. Также, надбавка была сделана к ценам на перспективные и особо важные проекты.

Таблица 4.1

**Характеристики переменных (проектов)**

№ проекта	Рентабельность оборота		Коэффициент оборота капитала	Рентабельность капитала		Рентабельность инвестиций		На единицу генерального ограничения		
	%	ранг		%	%	ранг	%	годовой объем ПП при выходе на ПМ	годовая сумма налогов при выходе на ПМ	
								млрд р.		
1	15,00	19	0,83	12,45	14	70,13	9	83,33	7	1,16
2	25,00	6	0,89	22,25	3	92,04	4	89,23	5	8,52
2a	25,00	6	0,80	20,00	5	82,51	6	80,00	9	4,12
3										0,00
3a										0,00
4	10,00	24	1,37	13,70	11	66,46	10	136,84	2	0,52
5	20,00	15	1,90	38,00	1	212,38	1	189,83	1	1,47
6	20,00	15	0,46	9,20	21	34,85	19	45,70	18	1,12
7	15,00	19	1,00	15,00	9	80,08	7	100,00	3	0,70
8	25,00	6	0,50	12,50	13	50,16	14	50,10	14	7,14
9	30,00	3	0,40	12,00	16	44,15	16	39,75	22	5,07
10	20,00	15	0,60	12,00	16	51,38	13	60,00	11	3,15
11	25,00	6	0,44	11,00	20	61,89	11	44,44	19	2,94
12										0,00
13	25,00	6	0,47	11,75	18	49,66	15	46,90	16	9,99
13a	25,00	6	0,47	11,75	18	41,51	17	45,71	17	4,70
14	30,00	3	0,28	8,40	22	39,81	18	28,05	25	6,50
15	20,00	15	1,00	20,00	5	60,69	12	100,00	3	2,63
16								40,13	21	5,18
17	15,00	19	0,34	5,10	24	10,05	24	36,89	24	8,62
17a	15,00	19	0,83	12,45	14	19,91	22	82,78	8	1,73
18	15,00	19	0,38	5,70	23	31,83	20	38,10	23	1,85
23	25,00	6	0,89	22,25	3	121,84	3	88,89	6	0,59
27	45,00	1	0,53	23,85	2	154,66	2	53,33	13	0,84
81	25,00	6	0,67	16,75	8	88,75	5	66,67	10	2,35
81a	25,00	6	0,57	14,25	10	76,08	8	57,14	12	1,18
82	40,00	2	0,50	20,00	5	28,50	21	49,38	15	15,49
82a	30,00	3	0,44	13,20	12	19,24	23	44,44	19	6,50

Примечание: \* – перспективные проекты; \*\* – особо важные проекты; ПП – производство продукции; ПМ – полное использование мощности.

После этого был сформирован исходный вариант программы (см. табл. 4.2).

**§ 2 Определение целевой функции, распределение общего ресурсного ограничения по годам ее временного горизонта, общая характеристика исходной информации**

Целевая функция

В отличие от большинства задач оптимизации здесь целевая функция не является главным критерием в принятии решения. Как видно из предыдущего текста, главным яв-

ляется сама структура программы, из которой следует, какие проблемы решает соответствующий ее вариант и в какой степени.

Поэтому главную роль здесь играют ограничения на объемы проектов, а целевая функция призвана обеспечить эффективность принятого решения, т.е. достижение намеченного результата с наименьшими затратами.

В данном случае роль целевой функции выполняет показатель прибыли, которую предполагается получить от реализации всех проектов. Такой показатель является «синтетическим», так как он, во-первых, косвенно отражает возможный уровень других показателей – рентабельности, платежей в бюджет и других, во-вторых, показывает потенциальные возможности инвестиционной программы, в частности, реинвестирования прибыли и пополнения общих финансовых ресурсов.

Кроме того, при установлении стимулирующих надбавок к ценам эта целевая функция в рамках установленных ограничений отдает предпочтение наиболее эффективным и особо важным проектам.

#### Распределение общего ресурсного ограничения по годам инвестиционной программы.

Изначально объем финансовых средств инвестиционной программы как в целом, так и по годам был установлен, как это традиционно делается, на уровне суммы объемов первоначальных проектов программы.

Поскольку вложения в программу осуществляются с 2011 по 2030 г., и имеются данные о величине вложений с разбивкой по годам, в модели, приведенной в главе III, число периодов  $T$  будет равно 20, и индекс времени  $t$  будет изменяться от 1 до 20:  $t = 1, \dots, 20$ .

Величины, полученные путем суммирования объемов финансирования проектов по годам и в целом за весь период действия инвестиционной программы (2011–2030), взяты в качестве верхних границ объемов финансирования по годам для оптимизационных расчетов, другими словами, в качестве величин  $\bar{y}^t$  и  $b^0$  (смотри главу III). Поскольку в данном случае  $\sum_{t=1}^T \bar{y}^t = b^0$ , такой способ задания указанных величин исключает перераспределение финансирования между годами относительно исходного варианта. В результате выполненного оптимизационного расчета по модели, представленной в главе III без учета реинвестиций (с ограничениями (23)) структура программы не изменилась, несмотря на возможность перенесения сроков начала проектов.

В этом случае «не работает» инструмент возможности передвижения проектов во времени.

Затем эмпирическим путем было установлено, что достаточно, начиная с 2017 г., увеличить верхние границы объемов финансирования по годам на 1 млрд р. ( $\bar{y}^{t'} = \bar{y}^t$ ,  $t = 1, \dots, 6$  и  $\bar{y}^{t'} = \bar{y}^t + 1$ ,  $t = 7, \dots, 20$ ), чтобы структура программы изменилась. При этом ограничение на общий объем финансирования (6) было сохранено в неизменном виде, т.е.

$\sum_{t=1}^{20} y^{t'} \leq b^0$ . Таким образом была введена возможность перераспределения финансирования между годами.

#### Общая характеристика исходной информации.

Доработанная информация состоит из проектов «Плана-2030», как правило, крупных и «немобильных» и добавленных из «Стратегии-2015» двух аналогичных проектов и двух «мобильных».

#### *Общие данные.*

Всего проектов 28 (22 основных и 6 альтернативных).

Проекты разного масштаба (объема). Семь проектов, включая альтернативные, каждый из которых занимает менее 1% в сумме объемов 22-х основных проектов (из них 4 из «Стратегии-2015»), в сумме составляют менее 4%. Это проекты №№ 1, 4, 5, 7, 23, 27, 82а. Отметим, что сюда входят оба «мобильных» проекта (№ 23 и № 27), доля их в сумме объемов основных проектов 0,32 и 0,53% и они заведомо не могут оказать существенное влияние на структуру инвестиционной программы.

Самое большое количество проектов основных – 14 приходится на проекты с удельным весом до 5% в общем объеме финансирования инвестиционной программы – 22%. Четыре проекта с удельным весом от одного от 5 до 10% составляют 29% от всего финансирования. Почти половина финансирования (49%) приходится на четыре проекта с удельным весом более 10% (10,2%, 11,3, 13,1, 14,1%).

Отметим, что все шесть альтернативных проектов по объему финансирования существенно меньше парных основных проектов.

Таким образом, реальное влияние на инвестиционную программу могут оказать только последние две группы проектов.

### **§ 3. Экспериментальные расчеты и анализ их результатов**

Отметим, что нефтегазохимический комплекс состоит из труднооптимизируемых производств из-за очень низкой степени маневренности объемами инвестиций, маневра во времени исполнения проектов, в большинстве случаев дискретного характера изменения объемов инвестиций и продукции.

Исходный вариант программы, составленный по форме, идентичной таблице с результатами расчетов, представлен в табл. 4.2.

Первый из приведенных здесь результатов расчетов основан на такой жесткой постановке. Здесь всего два проекта с непрерывным характером изменения объемов инвестиций и продукции, остальные проекты вообще без возможности изменений объемов.

Таким образом, маневр сводится к:

– парным заменам по 6 парам проектов, где каждый гипотетический проект представляет альтернативу другому конкретному проекту (№№ 2 и 2а, 3 и 3а, 13 и 13а, 17 и 17а, 81 и 81а, 82 и 82а);



– маневру переменных оптимизационной модели во времени, который возможен по 20 проектам, где допускается возможность перенесения времени начала проектов, но в очень небольших пределах: до 6 лет к началу и до двух лет к концу горизонта инвестиционной программы. В результате лишь один альтернативный проект заменил основной и 4 проекта сдвинулись на 1–2 года;

– маневру ресурсным ограничением в пределах ограничений сверху по годам горизонта инвестиционной программы.

Результаты расчетов представлены в табл. 4.3 и 4.3а.

Результаты расчетов:

– был заменен один проект – № 17 на альтернативный; объем альтернативного проекта многократно меньше (18 млрд против 202 млрд р., доля в общем финансовом ресурсе в исходном варианте, соответственно, 1,3 и 14,1%), рентабельность инвестиций альтернативного проекта вдвое выше (20 и 10%);

– три проекта (№ 6, № 15 и № 82) сдвинулись к началу инвестиционной программы на 2 года и 1 год, их доля в общем объеме финансирования программы, который уменьшился в связи с заменой проекта № 17 на альтернативный на 184 млрд р. (202 – 18) составила 16,3% (1,5 + 1,6 + 13,2), рентабельность инвестиций по этим проектам – 39%, 67 и 41% при средней рентабельности 45%, проект № 15 относится к перспективным;

– один проект – № 8 сдвинулся на 1 год к концу программы, его доля в финансировании этого варианта программы – почти 8%, рентабельность инвестиций – почти 47%;

– перераспределение финансирования по годам программы в очень небольшом объеме произошло в 2018–2020 гг. и в 2022 г.;

– объем производства уменьшился на 60 млрд р. (9,7%) из-за разницы этого показателя между проектом № 17 и его альтернативой;

– средняя рентабельность инвестиций увеличилась с 43 до 45% в основном за счет проекта № 17а (его рентабельность выше замененного им проекта № 17) и, возможно, проектов, сдвинутых к началу горизонта инвестиционной программы; суммарная прибыль увеличилась всего на 0,8 млрд р. из-за уменьшения объема производства.

Общая оценка результатов оптимизации программы.

1) В целом использовано меньше финансовых ресурсов (на разницу в проектах № 17 и № 17а), но использовать высвободившиеся средства не представилось возможности.

2) Показатели инвестиционной программы изменились незначительно.

3) Эксперимент продемонстрировал высокую «чувствительность» оптимизационной модели, реагирующей на небольшие изменения числовых параметров.

Во втором эксперименте была задана большая свобода маневра во времени – по 27 проектам (включая альтернативные) и до 10 лет «вперед и назад».

Результаты расчетов – в табл. 4.4 и 4.4а.

Таблица 4.2

**Исходный вариант программы**

№ проекта	НГ	ВГ	Ц/НЦ	Год начала	Год окончания	Интенсивность финансирования	Объем финансирования, млрд р.	Доля проекта в финансировании программы, %	Суммарная дисконтированная прибыль, млрд р.	Доля дисконт. прибыли проекта в программе, %	Рентабельность инвестиций исходная		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд р.	Объем финансирования дисконтир, млрд р.
											%	Ранг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	Ц	2014	2016	1	12,00	0,84	4,04	2,61	70,13	9	10,00	5,76
2	1	1	Ц	2019	2022	1	65,00	4,55	13,52	8,73	92,04	4	58,00	14,69
2a	1	1	Ц					0,00		0,00	82,51	6		
3	1	1	Ц	2016	2020	1	100,00	7,01	0,00	0,00			0,00	33,33
3a	1	1	Ц					0,00		0,00				
4	1	1	Ц	2011	2013	1	3,80	0,27	1,92	1,24	66,46	10	5,20	2,89
5	1	1	Ц	2013	2015	1	5,90	0,41	7,10	4,58	212,38	1	11,20	3,34
6	1	1	Ц	2020	2023	1	18,60	1,30	1,33	0,86	34,85	19	8,50	3,81
7	1	1	Ц	2015	2017	1	6,00	0,42	2,06	1,33	80,08	7	6,00	2,57
8	1	1	Ц	2018	2023	1	97,00	6,80	10,58	6,83	50,16	14	48,60	21,09
9**	1	1	Ц	2016	2023	1	78,50	5,50	9,59	6,19	44,15	16	31,20	21,71
10	1	1	Ц	2014	2017	1	40,00	2,80	9,74	6,29	51,38	13	24,00	18,96
11*	1	1	Ц	2013	2015	1	45,00	3,15	15,78	10,19	61,89	11	20,00	25,49
12	1	1	Ц	2015	2018	1	20,00	1,40	0,00	0,00			0,00	7,94
13**	1	1	Ц	2016	2025	1	145,00	10,16	17,43	11,25	49,66	15	68,00	35,11
13a	1	1	Ц					0,00		0,00	41,51	17		
14*	1	1	Ц	2012	2020	1	142,60	9,99	23,32	15,06	39,81	18	40,00	58,60
15*	1	1	Ц	2022	2025	1	20,00	1,40	1,89	1,22	60,69	12	20,00	3,12
16	1	1	Ц	2021	2030	1	186,40	13,06		0,00			74,80	23,12
17	1	1	Ц	2023	2030	1	201,70	14,13	1,98	1,28	10,05	24	74,40	19,72
17a	1	1	Ц					0,00		0,00	19,91	22		
18	1	1	Ц	2013	2015	1	42,00	2,94	7,57	4,89	31,83	20	16,00	23,79
23	1	4	НЦ	2011	2013	1,00	4,50	0,32	4,16	2,69	121,84	3	4,00	3,42
27	1	3	НЦ	2012	2017	1,00	7,50	0,53	5,94	3,84	154,66	2	4,00	3,84
81	1	1	Ц	2012	2015	1	24,00	1,68	13,19	8,52	88,75	5	16,00	14,87
81a	1	1	Ц					0,00		0,00	76,08	8		
82	1	1	Ц	2026	2030	1	162,00	11,35	3,73	2,41	28,50	21	80,00	13,07
82a	1	1	Ц					0,00		0,00	19,24	23		
<b>ВСЕГО</b>							<b>1427,50</b>	<b>100,00</b>	<b>154,87</b>	<b>100,00</b>	<b>42,99</b>		<b>619,90</b>	<b>360,24</b>
Неиспользованные ресурсы						<b>0,00</b>								
Первоначальный объем ФС						<b>1427,50</b>								
Неиспользованные ресурсы к объему ФС, %						<b>0,00</b>								
Доля перспективных проектов						<b>30,20</b>								

*Примечание:* НГ – нижняя граница интенсивного финансирования проекта; ВГ – верхняя граница интенсивного финансирования проекта; Ц – целочисленный (дискретный) проект; Ц/Н – целочисленный (дискретный) и нецелочисленный (непрерывный) проект. Остальные сокращения приняты как в табл. 4.1.

Таблица 4.3

## Результаты оптимизации 1

Проекты до 2030 г. (18) и 4 проекта до 2015 г. Горизонт – 2010–2030. Ограничения на величины финансовых ресурсов по годам как в исходном варианте программы. Критерий – максимум дисконтированной прибыли. Движение проектов во времени – вариант 1

№ про-екта	НГ	ВГ	Ц/НЦ	Границы движе-ния про-ектов по годам	Год начала инвести-рования	Измене-ние года начала	Интен-сивность финан-сирова-ния	Объем финанси-рования, млрд р.	Доля проекта в финанси-ровании програм-мы, %	Суммар-ная дис-контиро-ванная прибыль, млрд р.	Доля дисконт. прибыли проекта в програм-ме, %	Рентабельность инвестиций исходная		Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд р.	Объем финанси-рования дискон-тир, млрд р.
												%	Ранг	%	Ранг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	Ц	-1 / +2	2014		1	12,00	0,96	4,04	2,61	70,13	9	70,13	7	10,00	5,76
2	1	1	Ц	+2	2019		1	65,00	5,23	13,52	8,73	92,04	4	92,04	4	58,00	14,69
2a	1	1	Ц						0,00		0,00	82,51	6				
3	1	1	Ц		2016		1	100,00	8,04	0,00	0,00					0,00	33,33
3a	1	1	Ц						0,00		0,00						
4	1	1	Ц	+2	2011		1	3,80	0,31	1,92	1,24	66,46	10	66,46	9	5,20	2,89
5	1	1	Ц	+2	2013		1	5,90	0,47	7,10	4,58	212,38	1	212,38	1	11,20	3,34
6	1	1	Ц	-2	2018	-2	1	18,60	1,50	1,98	1,28	34,85	19	39,28	17	8,50	5,04
7	1	1	Ц	-2	2015		1	6,00	0,48	2,06	1,33	80,08	7	80,08	6	6,00	2,57
8	1	1	Ц	-2 / +2	2019	1	1	97,00	7,80	8,55	5,52	50,16	14	46,64	13	48,60	18,34
9**	1	1	Ц	-2 / +2	2016		1	78,50	6,31	9,59	6,19	44,15	16	44,15	14	31,20	21,71
10	1	1	Ц	+2	2014		1	40,00	3,22	9,74	6,29	51,38	13	51,38	11	24,00	18,96
11*	1	1	Ц	-1 / +2	2013		1	45,00	3,62	15,78	10,18	61,89	11	61,89	10	20,00	25,49
12	1	1	Ц	-2	2015		1	20,00	1,61	0,00	0,00					0,00	7,94
13**	1	1	Ц	-2	2016		1	145,00	11,66	17,43	11,25	49,66	15	49,66	12	68,00	35,11
13a	1	1	Ц	-2					0,00		0,00	41,51	17				
14*	1	1	Ц	+2	2012		1	142,60	11,46	23,32	15,05	39,81	18	39,81	16	40,00	58,60
15*	1	1	Ц	-6	2021	-1	1	20,00	1,61	2,42	1,56	60,69	12	67,50	8	20,00	3,59
16	1	1	Ц	-3	2021		1	186,40	14,99	0,00	0,00					74,80	23,12
17	1	1	Ц	-5					0,00		0,00	10,05	24				
17a	1	1	Ц		2024		1	18,00	1,45	0,40	0,26	19,91	22	19,91	19	14,90	2,01
18	1	1	Ц	-2	2013		1	42,00	3,38	7,57	4,89	31,83	20	31,83	18	16,00	23,79
23	1	4	НЦ		2011		1,00	4,50	0,36	4,16	2,68	121,84	3	121,84	3	4,00	3,42
27	1	3	НЦ	+2	2012		1,00	7,50	0,60	5,94	3,83	154,66	2	154,66	2	4,00	3,84
81	1	1	Ц		2012		1	24,00	1,93	13,19	8,51	88,75	5	88,75	5	16,00	14,87
81a	1	1	Ц						0,00		0,00	76,08	8				
82	1	1	Ц	-6	2025	-1	1	162,00	13,02	6,24	4,03	28,50	21	41,50	15	80,00	15,03
82a	1	1	Ц						0,00		0,00	19,24	23				
Всего								<b>1243,80</b>	<b>100,00</b>	<b>154,95</b>	<b>100,00</b>			<b>45,12</b>		<b>560,40</b>	<b>343,44</b>
Неиспользованные ресурсы								<b>183,70</b>									
Первоначальный объем ФС (финансовых средств)								<b>1427,50</b>									
Неиспользованные ресурсы к объему ФС, %								<b>12,87</b>									
Доля перспективных проектов								<b>34,66</b>									

51

Примечание: приняты такие же сокращения как и в табл. 4.2

Таблица 4.3а

**Финансирование и прибыль по годам (оптимизация 1)**

Год	Объем финансирования, млрд р.	Первонач. объем финансирования, млрд р.	Реинвестиции, млрд р.	Перераспределение ресурсов, млрд р.	Неиспользованные ресурсы, млрд р.	Прибыль, млрд р.	Не использованная прибыль, млрд р. Гр.7–Гр.4
1	2	3	4	5	6	7	8
2011	1,850	1,850				0	0,000
2012	19,757	19,757				0	0,000
2013	38,737	38,737				0,5	0,500
2014	78,384	78,384				3,36	3,360
2015	67,804	67,804				11,1	11,100
2016	74,509	74,509				19,51	19,510
2017	61,234	61,234				23,41	23,410
2018	78,811	79,941		–1,130		26,56	26,560
2019	92,798	92,068		0,730		31,3	31,300
2020	128,081	129,211		–0,010	1,120	39,15	39,150
2021	105,825	120,095			14,270	48,46	48,460
2022	86,165	85,755		0,410		60,26	60,260
2023	68,315	70,560			2,245	75,89	75,890
2024	44,240	53,060			8,820	82,57	82,570
2025	47,490	48,060			0,570	91,87	91,870
2026	57,340	65,095			7,755	94,87	94,870
2027	71,740	81,295			9,555	103,47	103,470
2028	67,240	107,580			40,340	111,98	111,980
2029	34,840	107,580			72,740	128,55	128,550
2030	18,640	44,925			26,285	129,11	129,110
Всего	1243,800	1427,500		0,000	183,700	1081,920	1081,920

## Результаты:

– альтернативные проекты заменили два основных проекта – № 17 и № 13; суммарный объем альтернативных проектов существенно меньше (88 млрд против 347 млрд р., доля в общем финансовом ресурсе в исходном варианте (сумма объемов всех проектов без альтернативных), соответственно, 6,2 и 24,3%, рентабельность инвестиций альтернативного проекта существенно ниже основного №13 (41,5 против 49,7%);

– четыре проекта (№ 2, № 8, № 10 и № 82) сдвинулись к началу инвестиционной программы от 2 до 9 лет, их доля в общем объеме финансирования программы, которая уменьшилась по сравнению с предыдущим вариантом оптимизации на небольшую величину – 75 млрд р. (145 – 70) и составила 30,8% (5,5 + 8,2 + 3,4 + 13,7), рентабельность инвестиций – 112%, 62, 54 и 100% при средней рентабельности 61%;

– двенадцать проектов (№ 3, № 4, № 5, № 6, №7, № 9, № 12, № 13а, № 14, № 17а, № 18 и № 27 сдвинулись от 1 года до 8 лет к концу программы, их доля в финансировании этого варианта программы – 28%, рентабельность инвестиций – от нуля до 208%;

– перераспределение финансирования по годам программы началось с 2012 г.;

– объем производства по сравнению с вариантом 1 уменьшился на 25,5 млрд р. (4,5%) из-за разницы этого показателя между проектом № 13 и его альтернативой;

– средняя рентабельность инвестиций увеличилась очень существенно, с 45 до 61% за счет передвижки проектов; суммарная прибыль увеличилась на 48 млрд р.

Таблица 4.4

## Результаты оптимизации 2

Проекты до 2030 г. (18) и 4 проекта до 2015 г. Горизонт – 2010–2030. Ограничения на величины финансовых ресурсов по годам как в исходном варианте программы. Критерий – максимум дисконтированной прибыли. Движение проектов во времени – вариант 2

№ про-екта	НГ	ВГ	Ц/НЦ	Границы движе-ния про-ектов по годам	Год начала инвести-рования	Измене-ние года начала	Интен-сивность финан-сирова-ния	Объем финанси-рования, млрд р.	Доля проекта в финанси-ровании програт-мы, %	Суммар-ная дисконтиро-ванная прибыль, млрд р.	Доля дисконт. прибыли проекта в програм-ме, %	Рентабельность инвестиций исходная		Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд р.	Объем финанси-рования дисконтир, млрд р.
												%	Ранг	%	Ранг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20
1	1	1	Ц	-3 / +7	2014		1	12,00	1,01	4,04	1,99	70,13	9	70,13	7	10,00	5,76
2	1	1	Ц	-5 / +5	2014	-5	1	65,00	5,48	33,16	16,35	92,04	4	112,26	4	58,00	29,54
2a	1	1	Ц	-5 / +5					0,00		0,00	82,51	6				
3	1	1	Ц	-5 / +5	2018	2	1	100,00	8,44	0,00	0,00			0,00		0,00	28,98
3a	1	1	Ц	-5 / +5					0,00		0,00						
4	1	1	Ц	+10	2012	1	1	3,80	0,32	1,64	0,81	66,46	10	65,36	9	5,20	2,51
5	1	1	Ц	+10	2014	1	1	5,90	0,50	6,05	2,98	212,38	1	208,28	1	11,20	2,91
6	1	1	Ц	-5 / +5	2025	5	1	18,60	1,57	0,31	0,15	34,85	19	16,47	18	8,50	1,90
7	1	1	Ц	-4 / +6	2020	5	1	6,00	0,51	0,84	0,41	80,08	7	65,65	8	6,00	1,28
8	1	1	Ц	-5 / +5	2013	-5	1	97,00	8,18	26,28	12,96	50,16	14	61,96	10	48,60	42,42
9**	1	1	Ц	-5 / +5	2017	1	1	78,50	6,62	7,84	3,87	44,15	16	41,52	14	31,20	18,88
10	1	1	Ц	-3 / +7	2012	-2	1	40,00	3,37	13,51	6,66	51,38	13	53,89	13	24,00	25,08
11*	1	1	Ц	-2 / +8	2013		1	45,00	3,80	15,78	7,78	61,89	11	61,89	11	20,00	25,49
12	1	1	Ц	-4 / +5	2019	4	1	20,00	1,69	0,00	0,00			0,00		0,00	4,54
13**	1	1	Ц	-4 / +5					0,00		0,00	49,66	15		20		
13a	1	1	Ц	-4 / +6	2019	4	1	70,00	5,91	3,45	1,70	41,51	17	29,54		32,00	11,66
14*	1	1	Ц	+9	2020	8	1	142,60	12,03	4,33	2,14	39,81	18	22,63	17	40,00	19,16
15*	1	1	Ц	-5 / +5	2022		1	20,00	1,69	1,89	0,93	60,69	12	60,69	12	20,00	3,12
16	1	1	Ц	-10	2021		1	186,40	15,73	0,00	0,00			0,00		74,40	23,12
17	1	1	Ц	-10					0,00		0,00	10,05	24				
17a	1	1	Ц	-7 / +3	2025	1	1	18,00	1,52	0,23	0,11	19,91	22	13,11	19	14,90	1,75
18	1	1	Ц	-2 / +8	2019	6	1	42,00	3,54	2,72	1,34	31,83	20	26,44	16	16,00	10,29
23	1	4	НЦ		2011		2,06	9,27	0,78	8,57	4,23	121,84	3	121,84	3	8,24	7,05
27	1	3	НЦ	+2	2013	1	2,57	19,275	1,63	13,03	6,43	154,66	2	151,80	2	10,28	8,58
81	1	1	Ц	-1 / +9	2012		1	24,00	2,02	13,19	6,50	88,75	5	88,75	6	16,00	14,87
81a	1	1	Ц	-1 / +9					0,00		0,00	76,08	8				
82	1	1	Ц	-10	2017	-9	1	162,00	13,67	45,93	22,65	28,50	21	99,86	5	80,00	45,99
82a	1	1	Ц	-10					0,00		0,00	19,24	23				
<b>ВСЕГО</b>								<b>1185,345</b>	<b>100,00</b>	<b>202,79</b>	<b>100,00</b>			<b>60,56</b>		<b>534,52</b>	<b>334,88</b>
Неиспользованные ресурсы								<b>242,155</b>									
Первоначальный объем ФС								<b>1427,50</b>									
Неиспользованные ресурсы к объему ФС, %								<b>16,96</b>									
Доля перспективных проектов								<b>24,14</b>									

Примечание: приняты такие же сокращения как и в табл. 4.2.

**Финансирование и прибыль по годам (оптимизация 2)**

Год	Объем финансирования, млрд р.	Первонач. объем финансирования, млрд р.	Реинвестиции, млрд р.	Перераспределение ресурсов, млрд р.	Неиспользованные ресурсы, млрд р.	Прибыль, млрд р.	Не использованная прибыль, млрд р. Гр.7–Гр.4
1	2	3	4	5	6	7	8
2011	1,850	1,850				0	0,000
2012	19,300	19,757		–0,457		0	0,000
2013	37,765	38,737		–0,972		2,185	2,185
2014	69,324	78,384		–0,311	8,749	4,857	4,857
2015	66,759	67,804			1,045	12,646	12,646
2016	66,729	74,509			7,780	23,586	23,586
2017	61,234	61,234				38,096	38,096
2018	78,659	79,941			1,282	45,346	45,346
2019	92,775	92,068		0,707		56,396	56,396
2020	125,382	129,211			3,829	69,736	69,736
2021	114,447	120,095			5,648	86,936	86,936
2022	86,249	85,755		0,494		89,846	89,846
2023	63,399	70,560			7,161	92,096	92,096
2024	53,599	53,060		0,539		95,176	95,176
2025	47,394	48,060			0,666	105,356	105,356
2026	57,336	65,095			7,759	109,856	109,856
2027	58,048	81,295			23,247	111,106	111,106
2028	47,816	107,580			59,764	116,406	116,406
2029	18,640	107,580			88,940	122,866	122,866
2030	18,640	44,925			26,285	123,436	123,436
Всего	1185,345	1427,500		0,000	242,155	1305,928	1305,928

Общая оценка результатов оптимизации программы.

Сэкономлено финансовых ресурсов на сумму более 242 млрд р. при росте их отдачи – существенное увеличение рентабельности.

В третьем эксперименте разрешалось реинвестировать прибыль от реализации проектов. Остальные условия остались теми же что и во втором варианте.

Результаты расчетов – в табл. 4.5 и 4.5а.

Главным результатом было то, что суммарная дисконтированная прибыль от всех проектов увеличилась на пятую часть.

Альтернативные проекты в этом варианте инвестиционной программы не «возникли», так как увеличение финансовых ресурсов за счет реинвестированной прибыли при заданных границах маневра во времени уменьшили их «маневренные» преимущества.

Увеличение финансовых ресурсов позволило без увеличения финансирования передвинуть к началу инвестиционной программы значительно большее количество проектов – 9 и значительно меньшее – 6 к концу программы.

Существенно также и то, что практически вся полученная прибыль была использована только на маневр во времени и позволила вернуть в Госбюджет часть финансирования на ту же сумму.

Прибыль увеличилась по сравнению с вариантом 2 на 40 млрд р. при уменьшении рентабельности на 4 пункта.

Годовой объем производства увеличился на 39,68 млрд р.

Таблица 4.5

## Результаты оптимизации 3

Проекты до 2030 г. (18) и 4 проекта до 2015 г. Горизонт – 2010–2030. Ограничения на величины финансовых ресурсов по годам как в исходном варианте программы. Критерий – максимум дисконтированной прибыли. Движение проектов во времени – вариант 2. Реинвестиции.

№ проекта	НГ	ВГ	Ц/НЦ	Границы движения проектов по годам	Год начала инвестирования	Изменение года начала	Интенсивность финансирования	Объем финансирования, млрд р.	Доля проекта в финансировании программы, %	Суммарная дисконтированная прибыль, млрд р.	Доля дисконт. прибыли проекта в программе, %	Рентабельность инвестиций исходная		Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд р.	Объем финансирования дисконтир, млрд р.
												%	Ранг	%	Ранг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	Ц	-3 / +7	2013	-1	1	12,00	0,83	4,73	1,95	70,13	9	71,51	9	10,00	6,62
2	1	1	Ц	-5 / +5	2014	-5	1	65,00	4,49	33,16	13,64	92,04	4	112,26	4	58,00	29,54
2a	1	1	Ц	-5 / +5				0,00	0,00	0,00	0,00	82,51	6				
3	1	1	Ц	-5 / +5	2021	5	1	100,00	6,92	0,00	0,00			0,00		0,00	28,98
3a	1	1	Ц	-5 / +5				0,00	0,00	0,00	0,00						
4	1	1	Ц	+10	2012	1	1	3,80	0,26	1,64	0,67	66,46	10	65,36	10	5,20	2,51
5	1	1	Ц	+10	2014	1	1	5,90	0,41	6,05	2,49	212,38	1	208,28	1	11,20	2,91
6	1	1	Ц	-5 / +5	2019	-1	1	18,60	1,29	1,63	0,67	34,85	19	37,22	16	8,50	4,38
7	1	1	Ц	-4 / +6	2013	-2	1	6,00	0,41	2,84	1,17	80,08	7	83,55	7	6,00	3,40
8	1	1	Ц	-5 / +5	2017	-1	1	97,00	6,71	12,91	5,31	50,16	14	53,22	13	48,60	24,26
9**	1	1	Ц	-5 / +5	2017	1	1	78,50	5,43	7,84	3,23	44,15	16	41,52	15	31,20	18,88
10	1	1	Ц	-3 / +7	2012	-2	1	40,00	2,77	13,51	5,56	51,38	13	53,89	12	24,00	25,08
11*	1	1	Ц	-2 / +8	2013		1	45,00	3,11	15,78	6,49	61,89	11	61,89	11	20,00	25,49
12	1	1	Ц	-4 / +5	2015		1	20,00	1,38	0,00	0,00			0,00		0,00	7,94
13**	1	1	Ц	-4 / +5	2015		1	145,00	10,03	17,43	7,17	49,66	15	49,66	14	68,00	35,11
13a	1	1	Ц	-4 / +6				0,00	0,00	0,00	0,00	41,51	17				
14*	1	1	Ц	+9	2014	2	1	142,60	9,86	16,45	6,77	39,81	18	37,11	17	40,00	44,31
15*	1	1	Ц	-5 / +5	2018	-4	1	20,00	1,38	4,53	1,86	60,69	12	83,05	8	20,00	5,46
16	1	1	Ц	-10	2020	-1	1	186,40	12,89	0,00	0,00			0,00		74,40	26,59
17	1	1	Ц	-10	2018	-5	1	201,70	13,95	8,58	3,53	10,05	24	21,64		14,90	39,67
17a	1	1	Ц	-7 / +3				0,00	0,00	0,00	0,00	19,91	22		20		
18	1	1	Ц	-2 / +8	2019	6	1	42,00	2,90	2,72	1,12	31,83	20	26,44	18	16,00	10,29
23	1	4	НЦ		2012		3,00	22,50	1,56	17,82	7,33	121,84	3	154,66	2	12,00	11,52
27	1	3	НЦ	+2	2011		1,808	8,136	0,56	7,49	3,08	154,66	2	121,84	3	7,20	6,16
81	1	1	Ц	-1 / +9	2012		1	24,00	1,66	13,19	5,43	88,75	5	88,75	6	16,00	14,87
81a	1	1	Ц	-1 / +9				0,00	0,00	0,00	0,00	76,08	8				
82	1	1	Ц	-10	2016	-10	1	162,00	11,20	54,77	22,53	28,50	21	103,56	5	80,00	52,89
82a	1	1	Ц	-10				0,00	0,00	0,00	0,00	19,24	23				
<b>ВСЕГО</b>								<b>1446,136</b>	<b>100,00</b>	<b>243,07</b>	<b>100,00</b>			<b>56,94</b>		<b>574,20</b>	<b>426,86</b>
Объем чистых реинвестиций								<b>18,636</b>									
Первоначальный объем ФС								<b>1427,50</b>									
Реинвестиции к объему ФС, %								<b>1,31</b>									
Доля перспективных проектов								<b>29,81</b>									

Таблица 4.5а

**Финансирование и прибыль по годам (оптимизация 3)**

Год	Объем финансирования, млрд р.	Первонач. объем финансирования, млрд р.	Реинвестиции, млрд р.	Неиспользованные ресурсы, млрд р.	Прибыль, млрд р.	Неиспользованная прибыль, млрд р. Гр.6–Гр.4
1	2	3	4	5	6	7
2011	1,627	1,850		0,223	0	0,000
2012	19,757	19,757		0,000	0	0,000
2013	38,702	38,737		0,035	0,904	0,904
2014	75,412	78,384		2,972	3,706	3,706
2015	71,032	67,804	3,228		11,668	8,440
2016	72,554	74,509		1,955	23,608	23,608
2017	84,759	61,234	23,525		35,218	11,693
2018	113,569	79,941	33,628		50,468	16,840
2019	141,549	92,068	49,481		59,968	10,487
2020	185,206	129,211	55,995		87,108	31,113
2021	189,478	120,095	69,383		97,608	28,225
2022	134,396	85,755	48,641		108,673	60,032
2023	97,405	70,560	26,845		123,848	97,003
2024	90,155	53,060	37,095		130,718	93,623
2025	55,975	48,060	7,915		142,438	134,523
2026	18,640	65,095		46,455	142,438	142,438
2027	18,640	81,295		62,655	142,438	142,438
2028	18,640	107,580		88,940	142,438	142,438
2029	18,640	107,580		88,940	142,438	142,438
2030	0,000	44,925		44,925	142,438	142,438
<b>Всего</b>	<b>1446,136</b>	<b>1427,500</b>	<b>355,736</b>	<b>337,100</b>	<b>1588,123</b>	<b>1232,387</b>



## ГЛАВА 5.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ДИСПРОПОРЦИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ

### *§ 1. Постановка задания на эксперимент*

В данном разделе приведены расчеты по обоснованию окончательного вида структуры и оценочных показателей трех различных вариантов оптимизации инвестиционной программы (далее – ИП) по критерию – максимум суммарной дисконтированной прибыли. Исходный вариант программы (далее – ИВП) тот же, что и в предыдущих главах.

При оценке результатов оптимизации структуры ИП может получиться так, что по сравнению с ИВП значения некоторых показателей, заданных в качестве целевых индикаторов, оказались недостаточно высокими. В этом случае, меняя состав и структуру ИП, следует «довести» данные индикаторы до требуемых величин или хотя бы приблизить к ним.

При необходимости, а именно, если не удастся выйти на заданные уровни при имеющихся ограничениях, нужно минимизировать дополнительные инвестиции (затраты), обеспечивающие выход индикаторов на желаемый уровень (Писарева, 2010, 2011, 2013).

За целевые индикаторы в данном случае приняты следующие: годовой объем производства, рост которого косвенно отражает рост числа рабочих мест, и годовая сумма налогов при выходе выпуска продукции на полную мощность.

### *§ 2. Подготовка исходных данных для эксперимента*

На первом шаге была осуществлена подготовка исходных данных, в частности, рассчитана годовая сумма налогов при выходе на полную мощность для каждого инвестиционного проекта: как первоначального, так и альтернативного. Годовая сумма налогов определялась как сумма налога на прибыль и налога на добавленную стоимость (НДС). Налог на прибыль в соответствии с п. 1 ст. 284 НК РФ составляет 20% от годовой прибыли проекта. Прибыль рассчитывалась как произведение годового объема производства в денежном выражении при выходе на полную мощность и рентабельности оборота. НДС согласно ст. 164 НК РФ составляет 18% от добавленной стоимости. В данной работе добавленная стоимость рассчитывалась суммированием стоимости обработки продукции<sup>1</sup> и

---

<sup>1</sup> Стоимость обработки рассчитывалась как себестоимость продукции за вычетом затрат на сырье и материалы.

прибыли. Стоимость обработки определялась как 38,5%<sup>2</sup> от себестоимости продукции (разницы между годовым объемом производства и годовой прибылью). Произведенные расчеты отражены ниже в табл. 5.1.

Таблица 5.1

*Исходные данные для эксперимента. Расчет суммы налогов*

№ п.п.	Годовой объем производства, млрд р.	Рентабельность оборота, %	Годовая прибыль (гр.2*гр.3), млрд р.	Себестоимость, (гр.2-гр.4), млрд р.	Стоимость обработки, (38,5% от гр. 5), млрд р.	Добавленная стоимость, (гр.4+гр.7), млрд р.	НДС (18% от гр.8), млрд р.	Налог на прибыль (20% от гр.4), млрд р.	Сумма налогов (гр.9+гр.10)
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
1	10,00	15,00%	1,50	8,50	3,27	4,77	0,86	0,30	1,16
2	58,00	25,00%	14,50	43,50	16,75	31,25	5,62	2,90	8,52
2а	28,00	25,00%	7,00	21,00	8,09	15,09	2,72	1,40	4,12
3	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3а	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	5,20	10,00%	0,52	4,68	1,80	2,32	0,42	0,10	0,52
5	11,20	20,00%	2,24	8,96	3,45	5,69	1,02	0,45	1,47
6	8,50	20,00%	1,70	6,80	2,62	4,32	0,78	0,34	1,12
7	6,00	15,00%	0,90	5,10	1,96	2,86	0,52	0,18	0,70
8	48,60	25,00%	12,15	36,45	14,03	26,18	4,71	2,43	7,14
9**	31,20	30,00%	9,36	21,84	8,41	17,77	3,20	1,87	5,07
10	24,00	20,00%	4,80	19,20	7,39	12,19	2,19	0,96	3,15
11*	20,00	25,00%	5,00	15,00	5,78	10,78	1,94	1,00	2,94
12	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13**	68,00	25,00%	17,00	51,00	19,64	36,64	6,59	3,40	9,99
13а	32,00	25,00%	8,00	24,00	9,24	17,24	3,10	1,60	4,70
14*	40,00	30,00%	12,00	28,00	10,78	22,78	4,10	2,40	6,50
15*	20,00	20,00%	4,00	16,00	6,16	10,16	1,83	0,80	2,63
16	74,80		0,00	74,80	28,80	28,80	5,18	0,00	5,18
17	74,40	15,00%	11,16	63,24	24,35	35,51	6,39	2,23	8,62
17а	14,90	15,00%	2,24	12,67	4,88	7,11	1,28	0,45	1,73
18	16,00	15,00%	2,40	13,60	5,24	7,64	1,37	0,48	1,85
23	4,00	25,00%	1,00	3,00	1,16	2,16	0,39	0,20	0,59
27*	4,00	45,00%	1,80	2,20	0,85	2,65	0,48	0,36	0,84
81	16,00	25,00%	4,00	12,00	4,62	8,62	1,55	0,80	2,35
81а	8,00	25,00%	2,00	6,00	2,31	4,31	0,78	0,40	1,18
82	80,00	40,00%	32,00	48,00	18,48	50,48	9,09	6,40	15,49
82а	40,00	30,00%	12,00	28,00	10,78	22,78	4,10	2,40	6,50

Помимо индикаторов (годовой суммы налогов и годового объема производства, приведенных в табл. 5.1) в табл. 5.2 представлены следующие характеристики проектов ИП: суммарная дисконтированная прибыль, объем финансирования (инвестиций), дисконтированный объем финансирования и рентабельность инвестиций. Рентабельность инвестиций исчислялась делением суммарной дисконтированной прибыли на дисконтированный объем инвестиций. Кроме того, в табл. 5.2 установлены нижние и верхние границы интенсивности финансирования, год начала и последний год инвестирования проектов и приняты обозначения как в табл. 4.1 и 4.2.

<sup>2</sup> Для оценки доли стоимости обработки продукции в структуре затрат по химической и нефтехимической промышленности были использованы данные статистического ежегодника «Народное хозяйство СССР в 1990 г.», поскольку в дальнейшем статистика была не соответствующей действительности.

Таблица 5.2

*Исходные данные для эксперимента*

№ п.	НГ	ВГ	Ц/ НЦ	Год начала инвести- рования	Послед- ний год инвести- рования	Объем финан- сирова- ния, млрд р.	Доля в финан- сирова- нии ИП, %	Сумм. диск. прибыль, млрд р.	Доля сумм. диск. прибыли в ИП, %	Объем финан- сирова- ния диск., млрд р.	Рента- бель- ность инвести- ций, млрд р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	20	Ц	2014	2016	12,00	0,84	4,04	2,61	5,76	70,13
2	0	5	Ц	2019	2022	65,00	4,55	13,52	8,73	14,69	92,04
2a	0	20	Ц	2019	2022	35,00	2,45	6,53	4,22	7,91	82,51
3	0	5	Ц	2016	2020	100,00	7,01	0,00	0,00	33,33	
3a	0	20	Ц	2016	2018	100,00	7,01	0,00	0,00	37,79	
4	1	20	Ц	2011	2013	3,80	0,27	1,92	1,24	2,89	66,46
5	1	20	Ц	2013	2015	5,90	0,41	7,10	4,58	3,34	212,38
6	1	10	Ц	2020	2023	18,60	1,30	1,33	0,86	3,81	34,85
7	1	20	Ц	2015	2017	6,00	0,42	2,06	1,33	2,57	80,08
8	1	5	Ц	2018	2023	97,00	6,80	10,58	6,83	21,09	50,16
9**	1	5	Ц	2016	2023	78,50	5,50	9,59	6,19	21,71	44,15
10	1	10	Ц	2014	2017	40,00	2,80	9,74	6,29	18,96	51,38
11*	1	10	Ц	2013	2015	45,00	3,15	15,78	10,19	25,49	61,89
12	1	10	Ц	2015	2018	20,00	1,40	0,00	0,00	7,94	
13**	0	2	Ц	2016	2025	145,00	10,16	17,43	11,25	35,11	49,66
13a	0	20	Ц	2016	2022	70,00	4,90	8,47	5,47	20,40	41,51
14*	1	2	Ц	2012	2020	142,60	9,99	23,32	15,06	58,60	39,81
15*	1	10	Ц	2022	2025	20,00	1,40	1,89	1,22	3,12	60,69
16	1	2	Ц	2021	2030	186,40	13,06	0,00	0,00	23,12	
17	0	20	Ц	2023	2030	201,70	14,13	1,98	1,28	19,72	10,05
17a	0	10	Ц	2024	2027	18,00	1,26	0,40	0,26	2,01	19,91
18	1	10	Ц	2013	2015	42,00	2,94	7,57	4,89	23,79	31,83
23	1	20	НЦ	2011	2013	4,50	0,32	4,16	2,69	3,42	121,84
27*	1	20	НЦ	2012	2017	7,50	0,53	5,94	3,84	3,84	154,66
81	0	10	Ц	2012	2015	24,00	1,68	13,19	8,52	14,87	88,75
81a	0	20	Ц	2012	2015	14,00	0,98	6,60	4,26	8,67	76,08
82	0	2	Ц	2026	2030	162,00	11,35	3,73	2,41	13,07	28,5
82a	0	20	Ц	2026	2030	90,00	6,30	1,40	0,90	7,26	19,24

Поскольку финансирование ИП осуществляется ежегодно, в табл. 5.3 приведены необходимые для реализации каждого инвестиционного проекта объемы инвестиций и располагаемые объемы финансовых средств по периодам ИП.

### **§ 3. Эксперимент**

#### ***Расчеты для результатов оптимизации 1***

##### ***Этап 1. Оценка результатов оптимизации 1 и задание на «доводку».***

В табл. 5.4 представлены результаты первого варианта оптимизации структуры ИП по критерию – максимум суммарной дисконтированной прибыли (ставка дисконтирования 15%). В последнем столбце таблицы приведена рассчитанная ранее годовая сумма налогов при выходе на полную мощность для данного варианта оптимизации.

Таблица 5.3

## Объем финансирования проектов по годам

№ п.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Итого	
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1					2,40	3,60	6,00																12,00
2										6,50	19,50	26,00	13,00										65,00
2a										3,50	10,50	14,00	7,00										35,00
3							20,00	20,00	20,00	20,00	20,00												100,00
3a							33,00	33,00	34,00														100,00
4		0,95	1,90	0,95																			3,80
5				1,18	2,95	1,77																	5,90
6											3,72	5,58	7,44	1,86									18,60
7						1,20	3,00	1,80															6,00
8									4,85	9,70	14,55	29,10	24,25	14,55									97,00
9									11,78	15,70	19,63	11,78	3,93	3,93									78,50
10					8,00	12,00	16,00	4,00															40,00
11				9,00	22,50	13,50																	45,00
12						4,00	4,00	6,00	6,00														20,00
13							7,25	7,25	14,50	14,50	29,00	29,00	14,50	14,50	7,25	7,25							145,00
13a							7,25	7,25	14,50	14,50	29,00	29,00	14,50	14,50	7,25	7,25							145,00
14			9,98	9,98	12,83	12,83	12,83	12,83	22,82	25,67	22,82												142,60
15													4,00	7,00	7,00	2,00							20,00
16												18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	186,40
17														10,09	20,17	20,17	30,26	30,26	40,34	40,34	10,09		201,70
17a															1,80	5,40	6,30	4,50					18,00
18				8,40	21,00	12,60																	42,00
23		0,90	2,70	0,90																			4,50
27			0,38	1,13	1,50	1,50	1,50	1,50															7,50
81			4,80	7,20	7,20	4,80																	24,00
81a			2,80	4,20	4,20	2,80																	14,00
82																	16,20	32,40	48,60	48,60	16,20		162,00
82a																9,00	18,00	27,00	27,00	9,00			90,00
Ограничения на объем финансовых средств																							
Объем ФС	0,00	1,85	19,76	38,74	78,38	67,80	74,51	61,23	79,94	92,07	129,21	120,10	85,76	70,56	53,06	48,06	65,10	81,30	107,58	107,58	44,93	1427,50	

Оптимизация структуры ИП проводилась при ограничениях на границы интенсивности финансирования проектов (см. табл. 5.4) и на объемы инвестиций по годам (см. табл. 5.3), а также при условии включения в ИП либо первоначального проекта, либо его модификации. Помимо этого, была предусмотрена возможность выбора времени (года) начала реализации проектов. Границы движения проектов по годам отражены в табл. 5.4. По результатам рассматриваемого варианта оптимизации в состав ИП, в отличие от ИВП, вошли, как уже было отмечено в табл. 4.2, все первоначальные проекты, за исключением проекта № 17. Вместо него в программу была включена его модификация под № 17а. При этом были сдвинуты годы начала инвестирования проектов № 6 (на два года ранее), № 8 (на год позднее), № 15 и № 82 (на год ранее). Проекты, реализованные раньше в результате сдвига, соответственно, приносят прибыль раньше и большее количество лет по сравнению с ИВП. И наоборот. Годовая прибыль, годовой объем производства и годовая сумма налогов при выходе на полную мощность не меняются. В связи с этим (см. таблицу 5.4) изменилась только суммарная дисконтированная прибыль: уменьшилась у проекта № 8 (с 10,58 млрд до 8,55 млрд р.) и увеличилась у проектов № 6 (с 1,33 млрд до 1,98 млрд р.), № 15 (с 1,89 млрд до 2,42 млрд р.) и № 82 (с 3,73 млрд до 6,24 млрд р.).

В ходе оценки результатов данного варианта оптимизации все показатели сравниваются с ИВП (см. табл. 5.5). В результате основной целевой показатель (суммарная дисконтированная прибыль) незначительно увеличился: всего на 0,05% (с 154,87 млрд до 154,95 млрд р.) от ИВП. Два дополнительных целевых показателя (индикатора): годовой объем производства и годовая сумма налогов – снизились соответственно на 9,60% (с 619,90 млрд до 560,40 млрд р.) и на 8,03% (с 85,84 млрд до 78,95 млрд р.) по отношению к ИВП. Поэтому принимается решение «подтянуть» значения данных индикаторов в сторону увеличения до необходимого уровня. Формулируется следующее задание на нивелировку диспропорций показателей: на основе результатов оптимизации 1 увеличить объем производства и сумму налогов как минимум на 10% (до 681,89 млрд р.) и на 5% (до 90,13 млрд р.) от ИВП соответственно.

***Этап 2.** Решение задачи на максимизацию дисконтированной прибыли при добавлении функций объема производства и суммы налогов в ограничения.*

Для того чтобы в результатах оптимизации 1 «довести» значения объема производства и суммы налогов до заданных уровней, необходимо на основе данных результатов при совокупности имеющихся ограничений построить модель максимизации суммарной дисконтированной прибыли и дополнительно ввести в нее целевые ограничения на индикаторы. Следует отметить, что достичь желаемого уровня объема производства и суммы налогов при таком жестком задании верхних границ интенсивности финансирования, как при оптимизации 1 (см. табл. 5.4), невозможно, даже привлекая дополнительные финансовые вложения. Поэтому соответствующие границы были изменены (см. табл. 5.2).

Таблица 5.4

## Результаты оптимизации 1

№ п.	НГ	ВГ	Ц/ НЦ	Границы движения по годам	Год начала	Изменение года начала	ИФ*	Объем финансирования, млрд р.	Доля финансирования в ИП, %	Сумм. диск. прибыль, млрд р.	Доля сумм. диск. прибыли в ИП, %	Рентабельность инвестиций, млрд р.	Годовой объем производства, млрд р.	Объем производства диск., млрд р.	Годовая сумма налогов, млрд р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	17	18	19
1	1	1	Ц	-1 / +2	2014		1	12,00	0,96	4,04	2,61	70,13	10,00	5,76	1,16
2	0	1	Ц	+2	2019		1	65,00	5,23	13,52	8,73	92,04	58,00	14,69	8,52
2a	0	1	Ц					0,00	0,00	0,00	0,00				
3	0	1	Ц		2016		1	100,00	8,04	0,00	0,00		0,00	33,33	0,00
3a	0	1	Ц					0,00	0,00	0,00	0,00				
4	1	1	Ц	+2	2011		1	3,80	0,31	1,92	1,24	66,46	5,20	2,89	0,52
5	1	1	Ц	+2	2013		1	5,90	0,47	7,10	4,58	212,38	11,20	3,34	1,47
6	1	1	Ц	-2	2018	-2	1	18,60	1,50	1,98	1,28	39,28	8,50	5,04	1,12
7	1	1	Ц	-2	2015		1	6,00	0,48	2,06	1,33	80,08	6,00	2,57	0,70
8	1	1	Ц	-2 / +2	2019	1	1	97,00	7,80	8,55	5,52	46,64	48,60	18,34	7,14
9**	1	1	Ц	-2 / +2	2016		1	78,50	6,31	9,59	6,19	44,15	31,20	21,71	5,07
10	1	1	Ц	+2	2014		1	40,00	3,22	9,74	6,29	51,38	24,00	18,96	3,15
11*	1	1	Ц	-1 / +2	2013		1	45,00	3,62	15,78	10,18	61,89	20,00	25,49	2,94
12	1	1	Ц	-2	2015		1	20,00	1,61	0,00	0,00		0,00	7,94	0,00
13**	0	1	Ц	-2	2016		1	145,00	11,66	17,43	11,25	49,66	68,00	35,11	9,99
13a	0	1	Ц	-2				0,00	0,00	0,00	0,00				
14*	1	1	Ц	+2	2012		1	142,60	11,46	23,32	15,05	39,81	40,00	58,60	6,50
15*	1	1	Ц	-6	2021	-1	1	20,00	1,61	2,42	1,56	67,50	20,00	3,59	2,63
16	1	1	Ц	-3	2021		1	186,40	14,99	0,00	0,00		74,80	23,12	5,18
17	0	1	Ц	-5				0,00	0,00	0,00	0,00				
17a	0	1	Ц		2024		1	18,00	1,45	0,40	0,26	19,91	14,90	2,01	1,73
18	1	1	Ц	-2	2013		1	42,00	3,38	7,57	4,89	31,83	16,00	23,79	1,85
23	1	4	НЦ		2011		1	4,50	0,36	4,16	2,68	121,84	4,00	3,42	0,59
27	1	3	НЦ	+2	2012		1	7,50	0,60	5,94	3,83	154,66	4,00	3,84	0,84
81	0	1	Ц		2012		1	24,00	1,93	13,19	8,51	88,75	16,00	14,87	2,35
81a	0	1	Ц					0,00	0,00	0,00	0,00				
82	0	1	Ц	-6	2025	-1	1	162,00	13,02	6,24	4,03	41,50	80,00	15,03	15,49
82a	0	1	Ц					0,00	0,00	0,00	0,00				
<b>Итого</b>								<b>1243,80</b>	<b>100,00</b>	<b>154,95</b>	<b>100,00</b>	<b>45,12</b>	<b>560,40</b>	<b>343,44</b>	<b>78,95</b>
Неиспользованные ресурсы								<b>183,70</b>							
Первоначальный объем ФС (объем ФС)								<b>1427,50</b>							
Неиспользованные ресурсы к объему ФС, %								<b>12,87</b>							
Доля перспективных проектов								<b>34,66</b>							

\* Здесь – ИФ – интенсивность финансирования.

## Оценка результатов оптимизации 1

Показатели	Исходный вариант	Результаты оптимизации 1	Изменение (гр. 3/ гр. 2)
1	2	3	4
Суммарная дисконтированная прибыль, млрд р.	154,87	154,95	0,05%
Объем финансирования, млрд р.	1427,50	1243,80	-12,87%
Объем финансирования дисконтированный, млрд р.	360,24	343,44	-4,66%
Рентабельность инвестиций, %	42,99	45,12	4,95%
Годовой объем производства, млрд р.	619,90	560,40	-9,60%
Сумма налогов, млрд р.	85,84	78,95	-8,03%

Поскольку в результате первого варианта оптимизации структуры ИП был осуществлен сдвиг начала инвестирования некоторых проектов, его необходимо учесть при построении данной модели. Нужно зафиксировать полученные годы начала реализации проектов (см. табл. 5.4), сохраняя длительность их инвестирования, при составлении ограничений по годам на объем финансирования.

Для проектов, по результатам оптимизации включенных в ИП, коэффициенты целевой функции, индикаторов и других показателей, соответственно, берутся из табл. 5.4, а для проектов, что не вошли в ИП, – из табл. 5.1 и 5.2. В этом случае при получении решения «доводка» показателей реализуется не только за счет изменения структуры, но и состава ИП, а именно: вместо некоторых первоначальных проектов в программу могут быть включены их модификации.

Соответствующая модель содержит 28 переменных ( $x_j, j = \overline{1, 28}$ ), характеризующих интенсивность финансирования проектов. Каждая из переменных, кроме  $x_{23}$  и  $x_{24}$ , является целочисленной, также на верхние и нижние границы переменных наложено 44 ограничения (см. табл. 5.2). Имеется 20 ограничений на объем инвестиций по годам с учетом сдвига начала финансирования проектов под №№ 6, 8, 15 и 82 (см. табл. 5.4). Описанную выше модель в общем виде можно записать следующим образом:

$$\max \left\{ z = \sum_{j=1}^{28} c_j x_j \right\};$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{28} f_j^t x_j \leq f^t, & t = \overline{1, 20}; \\ \sum_{j=1}^{28} p_j x_j \geq 681,89; \\ \sum_{j=1}^{28} s_j x_j \geq 90,13; \\ \underline{d}_j \leq x_j \leq \overline{d}_j; \\ x_j \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $c_j$  – величина суммарной дисконтированной прибыли проекта  $j$  при единичной интенсивности финансирования;

$f_j^t$  – объем инвестиций в год  $t$ , необходимый для осуществления проекта  $j$ , при единичной интенсивности финансирования;

$f^t$  – ограничение на имеющийся объем инвестиций в год  $t$ ;

$p_j$  – величина объема производства проекта  $j$  при единичной интенсивности финансирования;

$s_j$  – величина суммы налогов проекта  $j$  при единичной интенсивности финансирования;

$\underline{d}_j$  и  $\overline{d}_j$  – соответственно, нижние и верхние границы переменных.

При построении модели (1) необходимо также учесть логическое ограничение, предотвращающее одновременное включение в ИП проектов и их модификаций. Поэтому для переменных  $x_2$  и  $x_3$ ,  $x_4$  и  $x_5$ ,  $x_{15}$  и  $x_{16}$ ,  $x_{20}$  и  $x_{21}$ ,  $x_{25}$  и  $x_{26}$ ,  $x_{27}$  и  $x_{28}$ , соответствующих первоначальным и альтернативным проектам под номерами 2 и 2а, 3 и 3а, 13 и 13а, 17 и 17а, 81 и 81а, 82 и 82а, следует ввести булевы переменные  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ . Далее, учитывая, что в качестве нижних границ перечисленных переменных стоят нули (см. табл. 5.2), нужно наложить следующие ограничения:

$$\begin{cases} x_2 \leq \overline{d}_2 a_1; & x_3 \leq \overline{d}_2 (1 - a_1); \\ x_4 \leq \overline{d}_4 a_2; & x_5 \leq \overline{d}_4 (1 - a_2); \\ x_{15} \leq \overline{d}_{15} a_3; & x_{16} \leq \overline{d}_{16} (1 - a_3); \\ x_{20} \leq \overline{d}_{20} a_4; & x_{21} \leq \overline{d}_{21} (1 - a_4); \\ x_{25} \leq \overline{d}_{25} a_5; & x_{26} \leq \overline{d}_{26} (1 - a_5); \\ x_{27} \leq \overline{d}_{27} a_6; & x_{28} \leq \overline{d}_{28} (1 - a_6); \\ x_2 + x_3 \geq 1; \\ x_4 + x_5 \geq 1; \\ x_{15} + x_{16} \geq 1; \\ x_{20} + x_{21} \geq 1; \\ x_{25} + x_{26} \geq 1; \\ x_{27} + x_{28} \geq 1, \end{cases} \quad (2)$$

где  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 = \begin{cases} 0, & \text{ãñèè àêèð ÷áí àëüòáðí àðèáí ù é í ðí àêò; \\ 1, & \text{ãñèè àêèð ÷áí í áðáí í à÷àëüí ù é í ðí àêò.} \end{cases}$

В результате решения задачи (1) с учетом ограничений (2) оказалось, что нет допустимых решений при данной совокупности ограничений.

**Этап 3.** Решение задачи на минимизацию объема дополнительного финансирования для достижения заданных уровней объема производства и суммы налогов.

Поскольку невозможно решить задачу (1) с учетом ограничений (2), следует прибегнуть к возможностям целевого программирования, заключающегося в задании некоторого порогового уровня достижения целей по каждому критериальному показателю. В частности, целесообразно использовать метод минимизации невязок. Под невязками в данном случае понимается разница между правыми и левыми частями условий (ограничений) задачи (1). Таким образом, невязки показывают величину отклонения показателей от установ-



ленных значений. Данный метод позволяет оценить возможность достижения для каждого из индикаторов заданного или приемлемого уровня отклонения от него, а также оценить «плату» этого мероприятия, т.е. необходимые объемы дополнительных инвестиций.

Для определения минимального объема дополнительных финансовых средств, позволяющих «довести» дисконтированную прибыль, объем производства и сумму налогов до необходимых уровней, ставится следующая задача минимизации переменных-невязок, являющихся мерой отклонения объема инвестиций от располагаемого по годам:

$$\min \left\{ \sum_{t=1}^{20} \Delta^t \right\};$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{28} f_j^t x_j - \Delta^t \leq \overline{f^t}, & t = \overline{1, 20}; \\ \sum_{j=1}^{28} c_j x_j \geq 160; \\ \sum_{j=1}^{28} p_j x_j \geq 681,89; \\ \sum_{j=1}^{28} s_j x_j \geq 90,13; \\ \overline{d_j} \leq x_j \leq \overline{d_j}; \\ x_j \geq 0, \end{cases} \quad (3)$$

где  $\Delta^t$  – переменная-невязка, характеризующая дополнительный объем инвестиций в год  $t$ .

При решении задачи (3) с учетом ограничений (2) получены следующие результаты (см. табл. 5.6 и 5.7).

Таким образом, для достижения заданных уровней объема производства и суммы налогов необходимы дополнительные инвестиции в некоторых периодах ИП в размере 30,10 млрд р. Так, в 2011 г. требуется дополнительно 0,95 млрд руб, в 2013 г. – 3,85 млрд р.; в 2014 г. – 11,75 млрд р.; в 2015 г. – 6,85 млрд р.; в 2019 г. – 0,73 млрд р.; в 2022 г. – 0,41 млрд руб; в 2027 г. – 4,85 млрд р. и в 2030 г. – 0,72 млрд р. (см. табл. 5.7). Однако за все время финансирования ИП необходимо 1411,10 млрд р., что не превышает имеющегося объема финансовых средств, равного 1427,50 млрд р. Это связано с распределением инвестиций по годам, поскольку в другие годы (кроме перечисленных) имеются неиспользованные финансовые ресурсы. Поэтому для достижения требуемых уровней индикаторов нужно перераспределить располагаемый объем инвестиций по годам внутри ИП, не привлекая дополнительных финансовых средств извне.

В результате осуществленных экспериментов по достижению заданного уровня индикаторов за счет перераспределения инвестиций по годам основной целевой показатель (дисконтированная прибыль) увеличился на 19,16% (с 154,87 млрд до 184,54 млрд р.) от ИВ. Объем производства и сумма налогов увеличились соответственно на 10,24% (с 619,90 млрд до 683,40 млрд р.) и на 8,48% (с 85,84 млрд до 93,12 млрд р.) по отношению к исходному варианту (см. табл. 5.8). Таким образом, дополнительные целевые показатели достигли требуемых уровней.

Таблица 5.6

## Результаты «доводки» индикаторов

№ п.	НГ	ВГ	Ц/ НЦ	Год начала	ИФ	Объем финансирования, млрд р.	Доля финансирования в ИП, %	Сумм. диск. прибыль, млрд р.	Доля сумм. диск. при-были в ИП, %	Рентабельность инвестиций, млрд р.	Годовой объем производства, млрд р.	Объем производства диск., млрд р.	Годовая сумма налогов, млрд р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	20	Ц	2014	1,00	12,00	0,85	4,04	2,19	70,14	10,00	5,76	1,16
2	0	5	Ц	2019	1,00	65,00	4,61	13,52	7,33	92,04	58,00	14,69	8,52
2a	0	20	Ц				0,00		0,00				
3	0	5	Ц	2016	1,00	100,00	7,09	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00
3a	0	20	Ц				0,00		0,00				
4	1	20	Ц	2011	2,00	7,60	0,54	3,84	2,08	66,44	10,40	5,78	1,04
5	1	20	Ц	2013	6,00	35,40	2,51	42,60	23,08	212,57	67,20	20,04	8,83
6	1	10	Ц	2018	1,00	18,60	1,32	1,98	1,07	39,29	8,50	5,04	1,12
7	1	20	Ц	2015	1,00	6,00	0,43	2,06	1,12	80,16	6,00	2,57	0,70
8	1	5	Ц	2019	1,00	97,00	6,87	8,55	4,63	46,62	48,60	18,34	7,14
9**	1	5	Ц	2016	1,00	78,50	5,56	9,59	5,20	44,17	31,20	21,71	5,07
10	1	10	Ц	2014	1,00	40,00	2,83	9,74	5,28	51,37	24,00	18,96	3,15
11*	1	10	Ц	2013	1,00	45,00	3,19	15,78	8,55	61,91	20,00	25,49	2,94
12	1	10	Ц	2015	1,00	20,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	7,94	0,00
13**	0	2	Ц	2016	1,00	145,00	10,28	17,43	9,45	49,64	68,00	35,11	9,99
13a	0	20	Ц				0,00		0,00				
14*	1	2	Ц	2012	1,00	142,60	10,11	23,32	12,64	39,80	40,00	58,60	6,50
15*	1	10	Ц	2021	1,00	20,00	1,42	2,42	1,31	67,41	20,00	3,59	2,63
16	1	2	Ц	2021	1,00	186,40	13,21	0,00	0,00	0,00	74,80	23,12	5,18
17	0	20	Ц				0,00		0,00				
17a	0	10	Ц	2024	3,00	54,00	3,83	1,20	0,65	19,90	44,70	6,03	5,18
18	1	10	Ц	2013	1,00	42,00	2,98	7,57	4,10	31,82	16,00	23,79	1,85
23	1	20	НЦ	2011	1,00	4,50	0,32	4,16	2,25	121,64	4,00	3,42	0,59
27	1	20	НЦ	2012	1,00	7,50	0,53	5,94	3,22	154,69	4,00	3,84	0,84
81	0	10	Ц				0,00		0,00				
81a	0	20	Ц	2012	1,00	14,00	0,99	6,60	3,58	76,12	8,00	8,67	1,18
82	0	2	Ц				0,00		0,00				
82a	0	20	Ц	2026	3,00	270,00	19,13	4,20	2,28	19,28	120,00	21,78	19,50
Итого						<b>1411,10</b>	<b>100,00</b>	<b>184,54</b>	<b>100,00</b>	<b>50,20</b>	<b>683,40</b>	<b>367,60</b>	<b>93,12</b>
Неиспользованные ресурсы						<b>16,40</b>							
Первоначальный объем ФС (объем ФС)						<b>1427,50</b>							
Неиспользованные ресурсы к объему ФС, %						<b>1,15</b>							
Доля перспективных проектов						<b>30,55</b>							

Таблица 5.7

## Объем финансирования проектов по годам в результате «доводки» индикаторов

№ п.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Итого
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1					2,40	3,60	6,00															12,00
2										6,50	19,50	26,00	13,00									65,00
2а																						0,00
3							20,00	20,00	20,00	20,00	20,00											100,00
3а																						0,00
4		1,90	3,80	1,90																		7,60
5				7,08	17,70	10,62																35,40
6									3,72	5,58	7,44	1,86										18,60
7						1,20	3,00	1,80														6,00
8										4,85	9,70	14,55	29,10	24,25	14,55							97,00
9							3,93	7,85	11,78	15,70	19,63	11,78	3,93	3,93								78,50
10					8,00	12,00	16,00	4,00														40,00
11				9,00	22,50	13,50																45,00
12						4,00	4,00	6,00	6,00													20,00
13							7,25	7,25	14,50	14,50	29,00	29,00	14,50	14,50	7,25	7,25						145,00
13а																						0,00
14			9,98	9,98	12,83	12,83	12,83	12,83	22,82	25,67	22,82											142,60
15												4,00	7,00	7,00	2,00							20,00
16												18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	186,40
17																						0,00
17а															5,40	16,20	18,90	13,50				54,00
18				8,40	21,00	12,60																42,00
23		0,90	2,70	0,90																		4,50
27			0,38	1,13	1,50	1,50	1,50	1,50														7,50
81																						0,00
81а			2,80	4,20	4,20	2,80																14,00
82																						0,00
82а																	27,00	54,00	81,00	81,00	27,00	270,00
Итого	0,00	2,80	19,66	42,59	90,13	74,65	74,51	61,23	78,81	92,80	128,08	105,83	86,17	68,32	47,84	42,09	64,54	86,14	99,64	99,64	45,64	1411,10
Объем ФС	0,00	1,85	19,76	38,74	78,38	67,80	74,51	61,23	79,94	92,07	129,21	120,10	85,76	70,56	53,06	48,06	65,10	81,30	107,58	107,58	44,93	1427,50
Неисп. ресурсы	0,00	-0,95	0,10	-3,85	-11,75	-6,85	0,00	0,00	1,13	-0,73	1,13	14,27	-0,41	2,25	5,22	5,97	0,56	-4,85	7,94	7,94	-0,72	16,40

**Оценка результатов устранения диспропорций индикаторов**

Показатели	Исходный вариант	Итоговый вариант	Изменение (гр.3–гр.2/ гр.2), %
1	2	3	4
Суммарная дисконтированная прибыль, млрд р.	154,87	184,54	19,16%
Объем финансирования, млрд р.	1427,50	1411,10	-1,15%
Объем финансирования дисконтированный, млрд р.	360,24	367,60	2,04%
Рентабельность инвестиций, %	42,99	50,20	16,77%
Годовой объем производства, млрд .р.	619,90	683,40	10,24%
Сумма налогов, млрд р.	85,84	93,12	8,48%

**Этап 4.** Решение задачи на минимизацию невязок по объему финансирования, дисконтированной прибыли, объему производства и сумме налогов.

Для определения оптимального варианта согласования минимального объема дополнительных вложений и минимального снижения заданных уровней индикаторов ставится следующая обобщенная задача минимизации переменных-невязок, являющихся мерой отклонения дисконтированной прибыли, объема финансирования (по годам), объема производства и суммы налогов от установленных значений:

$$\min \left\{ \sum_{t=1}^{20} \Delta^t + \Delta^c + \Delta^p + \Delta^s \right\};$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{28} f_j^t x_j - \Delta^t \leq \overline{f^t}, & t = \overline{1, 20}; \\ \sum_{j=1}^{28} c_j x_j + \Delta^c \geq 160; \\ \sum_{j=1}^{28} p_j x_j + \Delta^p \geq 681,89; \\ \sum_{j=1}^{28} s_j x_j + \Delta^s \geq 90,13; \\ \underline{d}_j \leq x_j \leq \overline{d}_j; \\ x_j \geq 0, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\Delta^t$  – переменная-невязка, характеризующая дополнительный годовой объем инвестиций в период  $t$ ;

$\Delta^c$  – переменная-невязка, характеризующая величину снижения заданного уровня дисконтированной прибыли;

$\Delta^p$  – переменная-невязка, характеризующая величину снижения заданного уровня объема производства;

$\Delta^s$  – переменная-невязка, характеризующая величину снижения заданного уровня суммы налогов.

При решении задачи (4) с учетом ограничений (2) оказалось, что переменные-невязки по дисконтированной прибыли, объему производства и сумме налогов равны нулю. Значения переменных-невязок по объему инвестиций (по годам) и переменных, ха-

рактически характеризующих интенсивность финансирования, получились такие же, как и в результате решения задачи (3) при ограничениях (2). Соответственно значения всех показателей не изменились по отношению к результатам предыдущей задачи (см. табл. 5.8). Это говорит о том, что оптимальным решением является достижение требуемых уровней объема производства и суммы налогов за счет перераспределения располагаемого объема инвестиций по годам, нежели снижение заданных уровней в имеющихся годовых пределах финансирования. Следует отметить, что в общем случае решение рассматриваемой задачи должно сопровождаться дополнительными коррективами информационной базы модели, нивелирующими эффекты масштабов параметров и ограничений, «силу» их влияния на значение целевой функции оптимизационной задачи.

## ИТОГИ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполнено исследование по обоснованию методологии оптимизации инвестиционных программ развития крупного промышленного комплекса. В качестве объекта исследования был принят комплекс отраслей химической и нефтехимической промышленности (химический комплекс), играющий важную роль в экономике страны и являющийся связующим звеном между нефтегазовым комплексом и перерабатывающими отраслями.

Проведен анализ развития химического комплекса за период 1991–2012 гг. и выявлены серьезные проблемы его современного состояния, угрожающие дальнейшим снижением объема производства продукции комплекса и потерей ее конкурентоспособности не только на внешнем, но и на внутреннем рынке.

Проанализированы предложения правительственных учреждений, а именно Минпромторга РФ (Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 г. – «Стратегия 2015») и Минэнерго РФ (План развития нефтехимии, включая газохимию, на период до 2030 г. – «План 2030»). Отмечены важные положительные моменты этих планов, такие как рост производства продукции для удовлетворения внутреннего рынка и увеличения экспортных поставок, использование конкурентных преимуществ России, в первую очередь, за счет наличия обширных и относительно дешевых ресурсов углеводородного сырья, применения современных технологий и кластерной организации производства.

В то же время отмечены и недостатки представленных документов, такие как сохранившаяся еще с советских времен тенденция разделения ответственности за развитие комплекса и нескоординированности действий между двумя министерствами (Минпромторга РФ и Минэнерго РФ), несбалансированность производства сырья, промежуточных и конечных продуктов, возникновение конфликта интересов при ориентации на одну и ту же сырьевую базу, преобладание продукции невысоких пределов. Проекты, представленные в правительственных документах, безальтернативны, т.к. в них отсутствует возможность изменения состава и мощности производств, сроков строительства и ввода объектов, что сужает оптимизационные возможности корректирования отдельных позиций плана. И, наконец, в правительственных документах отсутствует даже упоминания об инвестиционной программе развития химического комплекса.

Учитывается значимость инвестиционной программы – весьма значимой стадии разработки перспективного плана, предложен методический подход к обоснованию инвестиционной программы развития крупного промышленного комплекса, базирующейся на таких принципах, как: активное участие всех заинтересованных в ее реализации сторон; прозрачность инвестиционных программ; решающая роль инвестиционной программы заключается в развитии отраслевого комплекса, его отраслей и подотраслей.

Предложена экономическая модель процесса разработки инвестиционной программы, описывающая проекты – основные объекты программы, их взаимоувязку, устанавливающая ограничения, прежде всего, по возможным финансовым ресурсам на реали-

зацию программы и использующая в качестве ценовой функции показатель суммарной дисконтированной прибыли от реализации программы. В предложенной программе развития химического комплекса: государства, министерств-координаторов и участников программы, госбюджета, министерства финансов, а также компаний, реализующих проекты.

Рекомендованная модель оптимизации инвестиционной программы химического комплекса предусматривает возможность включения в состав программы наряду с предложенным также и альтернативного проекта, изменения состава и мощностей входящих в проект производств, «сдвигки» сроков начала и завершения проектов с рекапитализацией прибыли по мере реализации фаз (этапов) проекта.

Разработана математическая и компьютерная поддержка процесса формирования и оптимизации инвестиционных программ, которая позволяет хранить и пересчитывать массивы исходных данных о проектах, выполнить оптимизационные расчеты, решая сложные оптимизационные задачи с непрерывными и дискретными переменными достаточно большой размерности методом частично целочисленного линейного программирования и получая наглядные и удобные для анализа и сравнения результаты.

Учитывая то обстоятельство, что принятые в правительственных документах проекты были представлены крайне скудной информацией, была предложена методика разработки необходимых дополнительных данных для выполнения экспериментальных расчетов и подготовлена экспертная информация по каждому из включенных в программу проектов. С использованием разработанной компьютерной системы и экспертных данных по проектам выполнены экспериментальные расчеты по оптимизации инвестиционной программы развития химического комплекса на период 2013–2030 гг.

Проведенные экспериментальные расчеты охватывали оптимизацию инвестиционной программы в том виде, как она была представлена в правительственных документах. Выяснилось, что возможности оптимизации такой программы ограничены из-за низкой маневренности объемов инвестиций и отсутствия альтернативности проектов.

В последующих сериях расчетов по оптимизации инвестиционной программы были учтены: а) возможности замены проектов альтернативными; б) сдвигки по срокам строительства и ввода; в) маневры инвестиционными ресурсами, в том числе за счет рекапитализации прибыли.

При оценке результатов оптимизации может оказаться, что значения некоторых итоговых показателей программы, таких как годовые объемы выпуска продукции, суммы налоговых отчислений и др., могут оказаться ниже намечаемых целевых индикаторов. Предложена математическая модель и схема экспериментальных расчетов, обеспечивающих получение на стадии оптимизационных расчетов результатов до уровня целевых индикаторов.

На основании выполненных теоретических исследований и экспериментальных расчетов сделаны следующие рекомендации.

В теоретическом плане: при разработке инвестиционных программ развития крупных промышленных комплексов могут быть использованы рекомендуемые модель

оптимизации инвестиционной программы и сопутствующая ей компьютерная система расчетов, которые позволяют выбирать наиболее эффективные пути разработки и реализации программы в условиях ограниченных финансовых ресурсов. При этом можно воспользоваться изложенными в работе приемами подготовки дополнительной экспертной информации с целью расширения круга предложенных проектов за счет альтернативных, рассмотреть возможность «сдвигки» сроков начала строительства и ввода проектов, исследовать эффективность процесса реализации прибыли, а также осуществить «доводку» результирующих показателей инвестиционной программы до уровня установленных целевых индикаторов. Использовать разработанную методологию можно также крупными компаниями или холдингами при выборе ими оптимального варианта собственной инвестиционной программы.

В практическом плане: в процессе экспериментальных расчетов на базе экспертной информации выявилось, что оптимизация инвестиционной программы позволила установить, что при принятых финансовых ограничениях некоторые особо крупные мега-проекты, в частности, проекты Северо-Западного нефтехимического комплекса и дальнейшего расширения Тобольского нефтехимического комплекса, оказались неэффективными. В оптимальную инвестиционную программу вместо них оказалось более рациональными включить альтернативные проекты меньшей мощности. Экспериментальные оптимизационные расчеты, выполненные при условии возможных сдвигов проектов по срокам начала строительства и ввода в эксплуатацию, показали возможность более равномерно распределить проекты на всем горизонте перспективного периода и более рационально использовать финансовые ресурсы. Сдвигки по срокам коснулись основной массы рассматриваемых проектов, что говорит о возможности маневрирования инвестиционными ресурсами при реализации программы. Важнейшей рекомендацией является использование части чистой прибыли с целью ее рекапитализации. Экспериментальные оптимизационные расчеты, выполненные на основе экспертной информации, при условии рекапитализации прибыли позволили увеличить суммарную дисконтированную прибыль от реализации проектов на 20% по отношению к варианту без рекапитализации, хотя и с расширением ограничений (вариант 2). Возросшие инвестиционные ресурсы позволили эффективно реализовать мега-проекты, упомянутые выше, а также «сдвинуть» к началу инвестиционной программы большее число проектов и значительно меньшее – к концу программы.

Особое значение имеет то обстоятельство, что высоких результатов можно достигнуть при экономии первоначально выделенных бюджетных ресурсов.



## ЛИТЕРАТУРА

- Аминев С.Х.* Требуется разработка качественно новой стратегии развития российской химии и нефтехимии // Вестник химической промышленности. 2012. № 4 (67). С. 8.
- Андреанов В.* ЛУКОЙЛ: Беспокойная газохимия // Нефтегазовая вертикаль. 2013а. № 6. С. 64.
- Андреанов В.* Новый самарский кластер // Нефтегазовая вертикаль. 2013б. № 7, С. 60.
- Андреанов В.* Северо-Запад: море газохимических планов, кто выплывет // Нефтегазовая вертикаль, 2013в. № 6. С. 52.
- Ашпина О.* Башкортостан взялся за ЖКХ // The Chemical Journal. 2012. № 9. С. 38.
- Брагинский О.Б., Кричевский И.Е., Куницына Н.Н. и др.* Анализ и моделирование взаимосвязи отраслевого комплекса с обеспечивающими и потребляющими отраслями: Препринт. М.: ЦЭМИ РАН, 2005.
- Брагинский О.Б., Кричевский И.Е., Куницына Н.Н.* Прогнозирование и моделирование взаимодействия внутрикорпоративных структур в нефтегазовом комплексе: Препринт. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.
- Брагинский О.Б., Кричевский И.Е.* Нефтехимический комплекс: от спада к стабилизации, через кризис к устойчивому росту // Мезоэкономика развития. М.: Наука, 2011. С. 76.
- Брагинский О.Б.* Мировая нефтехимическая промышленность. М.: Наука, 2003.
- Брагинский О.Б.* Нефтехимический комплекс мира. М.: Academia, 2009. С. 188.
- Брагинский О.Б.* Методология и практика разработки программ развития многоотраслевого комплекса (на примере нефтехимического комплекса) // Журнал новой экономической ассоциации. 2012а. № 4 (16). С. 127–146.
- Брагинский О.Б.* О системе моделирования перспективного развития крупного межотраслевого комплекса (на примере нефтегазохимического комплекса) // Материалы симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий». 10–11 апреля 2012 г. Секция 5. М.: ЦЭМИ РАН, 2012б. С. 36–38.
- Брагинский О.Б.* Современное состояние и перспективы развития нефтегазохимической промышленности России // Нефть, газ и бизнес. 2012в. № 11. С. 3.
- Брагинский О.Б.* Теория и практика экономико-математического моделирования на мезоуровне // Экономика и математические методы. 2012г.Т. 48. № 4. С. 3.
- Вестник химической промышленности. М.: ОАО «НИИТЭХИМ», 1998–2012.
- Глебова О.Л.* Экономическая эффективность производства синтетических жидких углеводородов из природного газа в России. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2013.
- Гольштейн Е.Г., Борисова Э.П., Дубсон М.С.* Диалоговая система анализа многокритериальных задач // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26. Вып. 4.
- Гурбанов Л.И.* Проблемы обеспечения углеводородным сырьем производителей газонефтехимической продукции. Доклад на международной конференции «Сырьевой вектор нефтегазохимии 2013». Москва, 18.02.2013.
- Заболотский С.А.* Проблемы кластеризации нефтегазохимического комплекса // Евразийский химический рынок. 2012. № 1 (88). С. 20.

- Иванова Н.И.* Об итогах конференции по развитию газонефтехимического кластера в Приморском крае. Доклад на Международной конференции «Кластерное развитие нефтегазохимии». Москва, 29.06.2013.
- Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии (коллективная монография). М.: Экон-информ, 2012.
- Кудинова О.* Промышленная политика в условиях глобализации // *The Chemical Journal*. 2012. № 5. С. 40.
- Клепиков Д.Н., Москвитина Т.Г.* Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 г.: итоги и перспективы // *Вестник химической промышленности*. 2012. № 3 (66). С. 25.
- Нефтехимическая отрасль РФ – вызовы, потенциал, резервы роста глобальной конкурентности на горизонте 2013-2020 гг. // Доклад представителя компании СИБУР на Международной конференции «Газохимическая промышленность СНГ». Москва, 13.03. 2013.
- Писарева О.М.* Механизм согласования целевых индикаторов и ресурсных ограничений в задаче обоснования структуры инвестиционных программ реального сектора экономики // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2010): Материалы Четвертой международной конференции (4–6 октября 2010, г.Москва, Россия). Т. I. М.: ИПУ РАН, 2010. С. 271–273.
- Писарева О.М.* Сценарное моделирование в управлении разработкой системы крупномасштабных инвестиционных программ // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Материалы пятой международной конференции (3–5 октября 2011, г. Москва, Россия). Т. I. М.: ИПУ РАН, 2011. С. 63–66.
- Писарева О.М.* Развитие системы инструментальной поддержки долгосрочного планирования отраслевых программ // Материалы симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий» 9–10 апреля 2013 г. Секция 5. М.: ЦЭМИ РАН, 2013. С. 114–116.
- Разумов В.* Рецепт СИБУР'а: сырье + технологии + специалисты // *Нефтегазовая вертикаль*. 2013. № 6. С. 44.
- Рахимов Х.* Гордость республики // *Нефтехимия*. 2011. № 8. С. 76.
- Российский статистический ежегодник. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2000–2012.
- Седова С.В.* Компьютерная поддержка разработки, анализа и корректировки межрегиональных экономических программ // Механизм обоснования межрегиональных программ и смежные вопросы. М.: ЦЭМИ РАН, 2007а.
- Седова С.В.* Проблемы математической и компьютерной поддержки процесса разработки, анализа и корректировки межрегиональных экономических программ // Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение стратегического управления, разработки и реализации приоритетных национальных проектов и программ. М.: ИНИОН РАН, 2007б.
- Седова С.В.* Блок анализа в компьютерной системе «Разработка, анализ и корректировка межрегиональных экономических программ» // Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение стратегического управления, разработки и реализации приоритетных национальных проектов и программ. М.: ИНИОН РАН, 2009. С. 493–501.

- Седова С.В.* Оптимизационные модели для формирования и обоснования крупномасштабных инвестиционных программ. // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2010): Труды Четвертой международной конференции (4–6 октября 2010 г., Москва, Россия). Т. I. М.: ИПУ РАН, 2010. С. 278–284.
- Седова С.В.* Применение минимаксного метода для формирования крупномасштабных инвестиционных программ // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Материалы Пятой международной конференции (3–5 октября 2011, Москва, Россия). Т. I. М.: ИПУ РАН, 2011.
- Слуцкий В.А., Иванов С.В.* Перспективы развития Северо-Западного нефтегазохимического кластера // Вестник химической промышленности. 2013. № 1. С. 37.
- Смирнова В.А., Халова Г.О.* Перспективы создания газохимического кластера в Оренбургской области // Нефть, газ и бизнес. 2012. № 8. С. 3.
- Татевосян Г.М.* Особенности российского кризиса и пути его преодоления// Экономика и математические методы. 2011. Т. 47. № 2.
- Татевосян Г.М.* Экономический кризис и инвестиции. // Материалы четырнадцатого всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий». Секция 4. М.: ЦЭМИ РАН, 2013а.
- Татевосян Г.М.* Обоснование отраслевой инвестиционной программы (на примере нефтегазохимического комплекса). // Сборник трудов международной научной школы-семинара «Системное моделирование социально-экономических процессов» имени академика С.С. Шаталина. Сентябрь 2013б.
- Татевосян Г.М., Писарева О.М., Седова С.В.* Оптимизация состава и параметров инвестиционных программ развития в условиях многокритериального выбора // Теория и практика институциональных преобразований в России. Вып. 22. М.: ЦЭМИ РАН, 2011. С. 146–154.
- Татевосян Г.М., Писарева О.М., Седова С.В., Тореев В.Б.* Методы обоснования инвестиционных программ (реальный сектор экономики) // Препринт # WP/2009/260. М.: ЦЭМИ РАН, 2009.
- Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Костромина Г.Г.* Обоснование инвестиционных программ химического комплекса // Препринт # WP/2013/301. М.: ЦЭМИ РАН, 2013.
- Яруллин Р.* Газохимия в России – еще не поздно // The Chemical Journal. 2012а. № 5. С. 30.
- Яруллин Р.* Перспективы российского рынка автокомпонентов // The Chemical Journal. 2012б. № 12. С. 57.
- Heshan K. Alfares H.K., Adnan M., Jerallah Al-Amer, Shaikh Saifuddin.* A mathematical programming model for optimum economic planning of the Saudi Arabia petrochemical industry // The 6<sup>th</sup> Saudi Engineering Conference, KFUPM, December, 2002.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРОЕКТЫ

Таблица 1

#### I. Проекты плана до 2030 г.

№№ п/п		Наименование проекта	Капиталовло- жения, млрд р.	Распреде- ние капитало- вложений по годам, %	Стоимость про- дукции, млрд р.	Прибыль, %	Изменения (возможные)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	НКНХК 1 (олефины)	Производство олефинов ЭП-400 на Ниж- некамском НХК	12,0	2014 г. – 20 2015 г. – 30 2016 г. – 50	2016 г. – 5,0 2017 г. и далее – 10,0	мин – 15 макс – 20	Сдвигка сроков на 1 год назад или на 2 года вперед.
2 и 2а	НКНХК-2 (полиолефи- ны)	Комплекс олефинов и полиолефинов на Нижнекамском НХК	65,0	2019 г. – 10 2020 г. – 30 2021 г. – 40 2022 г. – 20	2022 г. – 29,0 2023 г. и далее 58,0	мин – 15 макс – 25	1) Перенос сроков строи- тельства на 2 года вперед (2021 г.) либо 2) уменьшение разме- ров комплекса вдвое: инве- стиции – 35 млрд р.; про- дукция 2022 г. – 14 млрд р.; 2023 г. и далее 28 млрд р.
3 и 3а	Продуктопро- вод -1	Восстановление продуктопровода для ШФЛУ «Зап. Сибирь – Урал – Повол- жье», мощн. 6-8 млн т/год. Инфраструк- турный проект стоимостью 100 млрд р., сроки строительства 2016–2020 гг.	100,0	2016 г. – 20 2017 г. – 20 2018 г. – 20 2019 г. – 20 2020 г. – 20	–	–	Сокращение сроков строи- тельства до 3 лет: Инвестиции – 100 млрд р. 2016 г. – 33 млрд р. 2017 г. – 33 млрд р. 2018 г. – 34 млрд р.
4	Кстово-1 (олефины)	Реконструкция действующей установки по производству олефинов в г. Кстово (Нижегородская обл.) Расширение с 240 до 450 т/год	3,8	2011 г. – 25 2012 г. – 50 2013 г. – 25	2014 г. – 2,6 2015 г. и далее – 5,2	мин – 10 макс – 15	Перенос сроков строитель- ства на 2 года вперед (2013 г.) со сдвижной всех параметров

Продолжение табл. 1

№№ п/п	Наименование проекта	Капиталовложения, млрд р.	Распределение капиталовложений по годам, %	Стоимость продукции, млрд р.	Прибыль, %	Изменения (возможные)	
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Кстово-2 (поливинилхлорид)	Строительство установки в г. Кстово (Нижегородская обл.) по производству поливинилхлорида (ПВХ) мощностью 300 тыс. т/год и сополимера (ПВХ-Э) мощностью 30 тыс. т/год. Снабжение этиленом – с реконструируемой установки в г. Кстово	5,9	2013 г. – 20 2014 г. – 50 2015 г. – 30	2015 г. – 5,9 2016 г. и далее 11,2	мин – 15 макс – 25	Перенос сроков строительства на 2 года вперед (2015 г.)
6	Казань-1 (полиэтилен)	Расширение мощностей на Казанском заводе оргсинтеза. Строительство этиленовой установки ЭП-400 и производства полиэтилена мощностью 150 тыс. т/год	18,6	2020 г. – 20 2021 г. – 30 2022 г. – 40 2023 г. – 10	2023 г. – 5,5 2024 г. и далее – 8,5	мин – 10 макс – 20	Перенос сроков строительства на 2 года назад (2017 г.)
7	Салават-1 (реконструкция)	Реконструкция и новое строительство на предприятии Салаватнефтеоргсинтез. Расширение производства этилена на 80 тыс. т/год. Строительство производства линейного полиэтилена 60 тыс. т/год	6,0	2015 г. – 20 2016 г. – 50 2017 г. – 30	2017 г. – 3,0 2018 г. и далее – 6,0	мин – 10 макс – 15	Без изменений
8	Салават-2 (нефтехимический комплекс)	Строительство крупного нефтехимического комплекса в г. Салавате. Установка по производству этилена – 730 тыс. т/год; пропилена – 330 тыс. т/год; полиэтилена – 500 тыс. т/год; полипропилена – 340 тыс. т/год; моноэтиленгликоля – 180 тыс. т/год	103,0 По данным Прав. РБ стоимость проекта определена в 140 млрд р.	2018 г. – 5 2019 г. – 10 2020 г. – 15 2021 г. – 20 2022 г. – 20 2023 г. – 15 2024 г. – 10 2025 г. – 5	2021 г. – 12,2 2022 г. – 24,4 2023 г. – 24,1 2024 г. – 36,6 2025 и далее 48,6	мин – 15 макс – 25	Перенос сроков строительства на два года вперед (2020 г.)
9	Саянск-1 (газохимический комплекс)	Создание газохимического комплекса в г. Саянске. Установки по производству этилена – 610 тыс. т/год; пропилена – 170 тыс. т/год; полипропилена – 180 тыс. т/год	78,5	2016 г. – 5 2017 г. – 10 2018 г. – 15 2019 г. – 20 2020 г. – 25 2021 г. – 15 2022 г. – 5 2023 г. – 5	2019 г. – 7,8 2020 г. – 7,8 2023 г. – 15,6 2024 г. – и далее 31,2	мин – 15 макс – 20	Без изменений

Продолжение табл. 1

№№ п/п	Наименование проекта	Капиталовло- жения, млрд р.	Распреде- ние капитало- вложений по годам, %	Стоимость про- дукции, млрд р.	Прибыль, %	Изменения (возможные)	
1	2	3	4	5	6	7	8
10	Ангарск (реконструк- ция)	Расширение производства на Ангарском заводе полимеров мощностей по производству полимеров: этилена – 150 тыс. т/год; полиэтилена – 345 тыс. т/год; полипропилена – 25- тыс. т/год	40,0	2014 г. – 20 2015 г. – 30 2016 г. – 40 2017 г. – 10	2017 г. – 6,0 2018 г. – 12,0 2019 г. – и далее 24,0	мин – 15 макс – 20	Без изменений
11	Тобольск-1 (полипропи- лен)	Создание на Тобольском НХК производ- ства полипропилена дегидрированием пропана мощностью 500 тыс. т/год	45	2013г. – 20 2014г. – 50 2015г.- 30	2015г. – 10 2016 г. – и далее 20	мин – 15 макс – 25	Перенос сроков строитель- ства на 1 год назад (2012г.) или на 2 года вперед (2015 г.)
12	Продукто- провод-2	Строительство продуктопровода Ю. Бал- лык – Тобольск мощностью 7 млн т ШФЛУ в год <i>Инфраструктурный проект.</i> Неразрывно связан с проектом № 13, т.к. должен обеспечивать этот проект сырьем. Кроме этого, для обеспечения сырьем нужно будет реализовать еще один инфраструк- турный проект продуктопровода ШФЛУ от Пуровского ГПЗ до Тобольского НХК(1000 км)	20	2015г. – 20 2016г. – 20 2017 г. – 30 2018 г. – 30	-	-	Перенос сроков строитель- ства на 2 года назад (2013 г.)
13	Тобольск-2 (нефтехимиче- ский ком- плекс)	Создание нового газохимического ком- плекса в Тобольске на существующей площадке Тобольского НХК. Мощности по производству этилена – 1200 тыс. т/год; пропилен – 500 тыс. т/год; полиэтилена – 1200 тыс. т/год; по- липропилена – 500 тыс. т/год	145	2016 г. – 50 2017 г. – 5 2018 г. – 10 2019 г. – 10 2020 г. – 20 2021 г. – 20 2022 г. – 10 2023 г. – 10 2024 г. – 5 2025 г. – 5	2020 г. – 17,0 2021 г. – 34,0 2022 г. – 34,0 2023 г. – 51,0 2024 г. – 51,0 2025 г. и далее – 68,0	мин – 15 макс – 20	Сокращение проекта в 2 ра- за. Инвестиции – 70 млрд р. Продукция (млрд р.): 2020 г. – 8,0, 2021 г. – 16,0; 2022 г. – 20,0, 2023 г. – 25,0, 2023 г. – 25,0, 2024 г. – 25,0, 2025 г. и далее – 32,0.

Продолжение табл. 1

№№ п/п		Наименование проекта	Капиталовло- жения, млрд р.	Распреде- ние капитало- вложений по годам, %	Стоимость про- дукции, млрд р.	Прибыль, %	Изменения (возможные)
1	2	3	4	5	6	7	8
14	Каспийский кластер	Создание газохимического комплекса в г. Будденовске (Ставропольский край). Мощности по производству этилена – 600 тыс.т/год; пропилена – 200 тыс.т/год; полиэтилена – 600 тыс.т/год; полипропилен-на – 200 тыс.т/год. В состав проекта входят также две очереди ГПЗ общей мощностью 6 млрд м <sup>3</sup> газа и энергоблока	142,6	2012 г. – 7 2013 г. – 7 2014 г. – 9 2015 г. – 9 2016 г. – 9 2017 г. – 9 2018 г. – 16 2019 г. – 18 2020 г. – 16	2014 г. – 3,0 2015 г. – 6,0 2016 г. – 6,0 2017 г. – 11,0 2018 г. – 16,0 2019 г. – 16,0 2020 г. – 28,0 2021 г. и далее – 40,0	мин – 15 макс – 25	Перенос сроков строитель- ства на 2 года вперед (2014 г.)
15	Трансвалгаз	Проект «Трансвалгаз» – продуктопровод 600 км Череповец – Усть-Луга, завод по разделению газа 30 млрд м <sup>3</sup> и производ- ству ШФЛУ мощностью 2 млн т/год	53,0	2021 г. – 10 2022 г. – 10 2023 г. – 10 2024 г. – 10 2025 г. – 10 2026 г. – 10 2027 г. – 10 2028 г. – 10 2029 г. – 10 2030 г. – 10	2021 г. – 0,7 2022 г. – 1,4 2023 г. – 2,1 2024 г. – 2,8 2025 г. – 3,5 2026 г. – 4,2 2027 г. – 4,9 2028 г. – 5,8 2029 г. -5,8 2030 г. – 6,5	мин – 10 макс – 20	Строительство продукто- провода отменено. Инвестиции – 33 млрд р.
16	Северо- Западный кла- стер 1	Проект газохимического комплекса в Се- веро-Западном округе (условно Усть- Луга) Мощности по производству этилена – 1650 тыс. т/год; пропилена – 26- тыс. т/год; полиэтилена – 1600 тыс. т/год; по- липропилена – 270 тыс.т/год	186,4	2021 г. – 10 2022 г. – 10 2023 г. – 10 2024 г. – 10 2025 г. – 10 2026 г. – 10 2027 г. – 10 2028 г. – 10 2029 г. – 10 2030 г. – 10	2024 г. – 18,7 2025 г. – 29,9 2026 г. – 56,1 2027 г. – 56,1 2028 г. – 56,1 2029 г. – 56,1 2030 г. – 74,8	мин – 15 макс – 25	В случае отмены строитель- ства продуктопровода со- здание комплекса будет осуществлено в г. Череповец в указ. сроки.

Окончание табл. 1

№№ п/п		Наименование проекта	Капиталовло- жения, млрд р.	Распреде- ние капитало- вложений по годам, %	Стоимость про- дукции, млрд р.	Прибыль, %	Изменения (возможные)
1	2	3	4	5	6	7	8
17 и 17а	Северо- Западный кла- стер 2	Проект газохимического комплекса в районе Выборга с подачей сырья по про- дуктопроводу «Хорда». Мощности по производству: этилена – 1400 тыс.т/год; пропилена – 320 тыс. т/год; полиэтилена – 1150 тыс. т/год; полипропилена – 330 тыс. т/год; моноэтиленгликоля – 300 тыс. т/год Требует инфраструктуры по созданию продуктопровода.	Не считая продуктопро- вода – 181,7 Продуктопро- вод – 40,0 Всего 201,7	2023 г. – 5 2024 г. – 10 2025 г. – 10 2026 г. – 15 2027 г. – 15 2028 г. – 20 2029 г. – 20 2030 г. – 5	2027 г. – 18,7 2028 г. – 37,2 2029 г. – 55,8 2030 г. – 74,4	мин – 10 макс – 15	Уменьшение размеров ком- плекса: этилен – 300 тыс.т; пропилен – 30 тыс. т; полиэтилен – 300 тыс. т; полипропилен – 30 тыс. т. Инвестиции – 18,0 млрд р. Продукция (млрд р.): 2027 г. – 4,0; 2028 г. – 7,4; 2029 г. – 11, 2; 2030 г. – 14,9.
18	Новый Урен- гой 1 (газохи- мический комплекс)	Проект Новоуренгойского газохимиче- ского комплекса (ГХК) Мощности по производству полиэтилена – 400 тыс.т/год; этилена – 400 тыс.т/год	42,0	2013 г. – 20 2014 г. – 50 2015 г. – 30	2015 г. – 8,0 2016 г. и далее – 16,0	мин – 10 макс – 15	Без изменений



Таблица 2

**II. Проекты плана 2015 г.**

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Ярославль 2 (шины грузо- вые)	Производство грузовых шин на Ярослав- ском шинном заводе. Объем выпуска шин – 1 млн шт.	4,5	2011 г. – 20 2012 г. – 60 2013 г. – 20	2013 г. – 2,0 2014 г. – 3,0 2015 и далее – 4,0	мин – 10 макс – 15	Без изменений
27	Тверь (полиэфир)	Комплекс по производству полиэфирного волокна на Тверском заводе химволокна мощностью 140 тыс. т/год	7,5	2012 г. – 5 2013 г. – 15 2014 г. – 20 2015 г. – 20 2016 г. – 20 2017 г. – 20	2017 г. – 1,0 2018 г. – 2,0 2019 г. и далее – 4,0	мин – 15 макс – 25	Сдвигка строительства на 2014 г.
81 и 81а	Томск (полиэтилен)	Производство полиэтилена мощностью 400 тыс. т/год на Томском НХК	24,0	2012 г. – 20 2013 г. – 30 2014 г. – 30 2015 г. – 20	2016 г. – 4,0 2017 г. – 8,0 2018 г. и далее – 16,0	мин – 15 макс – 25	Уменьшение мощности проекта в 2 раза: инвестиции – 14 млрд р.; продукция (млрд р.): 2016 г. – 2,0; 2017 г. – 4,0; 2018 г. и далее – 8,0
82 и 82а	Приморский кластер	Проект нефтегазохимического комплекса в Приморском крае. Мощности по производ- ству этилена – 1400 тыс. т/год, пропилена – 600 тыс. т/год, бутадиена – 190 тыс. т/год, полиэтилена – 1400 тыс. т/год, поли- пропилена – 600 тыс. т/год	162,0	2026 г. – 10 2027 г. – 20 2028 г. – 20 2029 г. – 20 2030 г. – 10	2028 г. – 20 2029 г. – 40 2030 г. и далее – 80	мин – 15 макс – 25	Уменьшение мощностей в 2 раза: инвестиции – 90 млрд р.; продукция (млрд р.): 2028 г. – 10; 2029 г. – 20; 2030 г. – 40.

## ИЗДАНИЯ ЦЭМИ РАН

2013 г.

Препринты. Новая серия

1. **Бендиков М.А., Колесник Г.В.** Конкуренция саморегулируемых организаций и эффективность рынков / Препринт # WP/2013/298. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 48 с. (Рус.)
2. **Ершов Д.М., Качалов Р.М.** Системы поддержки принятия решений в процедурах формирования комплексной стратегии предприятия / Препринт # WP/2013/299. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 60 с. (Рус.)
3. **Перминов С.Б., Егорова Е.Н., Вигриянова М.С., Абрамов В.И.** Макроэкономические ориентиры фондовых рынков стран БРИК / Препринт # WP/2013/300. – М.: ФГУН ЦЭМИ РАН, 2013. – 59 с. (Рус.)
4. **Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Костромина Г.Г.** Обоснование инвестиционных программ химического комплекса / Препринт # WP/2013/301. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 64 с. (Рус.)
5. **Ушкова В.Л., Ильменская Е.М., Перфиличева Н.А.** Мониторинг научных результатов работников научно-исследовательского учреждения на примере ЦЭМИ РАН / Препринт # WP/2013/302. М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 25 с. (Рус.)
6. **Брагинский О.Б., Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Куницына Н.Н.** Методология обоснования инвестиционных программ и их оптимизации при ограниченных финансовых ресурсах (на примере химического комплекса) / Препринт # WP/2013/303. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 81 с. (Рус.)
7. **Детнева Э.В., Терушкин А.Г.** Финансовая обеспеченность потребления и накопления валовым располагаемым доходом. Часть 2. Сектор-анализ / Препринт # WP/2013/304. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 56 с. (Рус.)
8. **Агафонов В.А.** Системные принципы стратегического планирования на региональном уровне / Препринт # WP/2013/305. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 73 с. (Рус.)
9. **Летенко А.В., Ставчиков А.И.** Современные проблемы модернизации российской экономики / Препринт # WP/2013/306. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 33 с. (Рус.)

## Книги

1. **Стратегическое планирование и развитие предприятий** / Сборник пленарных докладов и материалов круглого стола Тринадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 10–11 апреля 2012 г. Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 94 с.
2. **Стратегическое планирование и развитие предприятий**. В 5 т. / Материалы Четырнадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 9–10 апреля 2013 г. Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 992 с.
3. **Модели и методы инновационной экономики** / Сборник научных трудов под ред. К.А. Багриновского и Е.Ю. Хрусталёва. Вып. 5. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 147 с. (Рус.)
4. **Теория и практика институциональных преобразований в России** / Сборник научных трудов под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 26. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. – 174 с. (Рус., англ.)

2013

Working papers

1. **Bendikov M.A., Kolesnik G.V.** Self-Regulatory Organizations Competition and Markets' Efficiency / Working paper # WP/2013/298. – Moscow: CEMI Russian Academy of Science, 2013. – 48 p. (Rus.)
2. **Ershov D.M., Kachalov R.M.** Decision Support Systems within the Procedures of Complex Strategy Building / Working paper # WP/2013/299. – Moscow: CEMI Russian Academy of Science, 2013. – 60 p. (Rus.)
3. **Perminov S.B., Egorova E.N., Vigrianova M.S., Abramov V.I.** Macroeconomic Targets Stock Markets of the BRIC Countries / Working paper # WP/2013/300. – Moscow, CEMI Russian Academy of Science, 2013. – 59 p. (Rus.)
4. **Tatevosian G.M., Sedova S.V., Pisareva O.M., Kostromina G.G.** Investment Programs of a Chemical Complex Substantiation / Working paper # WP/2013/301. – Moscow, CEMI Russian Academy of Science, 2013. – 64 p. (Rus.)
5. **Ushkova V.L., Ilmenskaya E.M., Perfilicheva N.A.** Monitoring Scientific Results of the Research Workers of the Scientific Enterprise on an Example of CEMI RAS / Working Paper # WP/2013/302. Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2013. – 25 p. (Rus.)
6. **Braginsky O.B., Tatevosian G.M., Sedova S.V., Pisareva O.M., Kunitsyna N.N.** Methodology Study of Investment Programs and Their Optimization with Limited Financial Resources (for example, the chemical industry) / Working Paper # WP/2013/303. – M.: CEMI RAS, 2013. – 81 p. (Rus.)
7. **Detneva E.V., Terushkin A.G.** Financial Provision of Consumption and Accumulation by the Gross Disposable Income. Part 2. Sector-analysis / Working Paper # WP/2013/304. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 56 p. (Rus.)
8. **Agafonov V.A.** System Principles of Strategic Planning at a Regional Level / Working paper # WP/2013/305. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 73 p. (Rus.)
9. **Letenko A.V., Stavtchikov A.I.** Contemporary Problems of Russian Economy Modernization / Working paper # WP/2013/306. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 33 p. (Rus.)

Books

1. **Strategic Planning and Evolution of Enterprises** / Materials. Thirteenth Russian Symposium. Moscow, April 10–11, 2012. Ed. by G.B. Kleiner. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 94 p.
2. **Strategic Planning and Evolution of Enterprises. 5 issues** / Materials. Fourteenth Russian Symposium. Moscow, April 9–10, 2013. Ed. by G.B. Kleiner. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 996 p.
3. **Models and Methods of Innovation Economy** / Collection of scientific works ed. K.A. Bagreenovsky, E.Yu. Khrustalyov. Issue 5. – Moscow, CEMI RAS, 2013. – 147 p. (Eng.)
4. **Theory and Practice of Institutional Reforms in Russia** / Collection of scientific works ed. by B.H. Yerznkyan. Issue 26. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2013. – 174 p. (Rus., Eng.)