

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

РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК



RUSSIAN  
ACADEMY OF SCIENCES

Г.М. Татевосян, С.В. Седова,  
О.М. Писарева, Г.Г. Костромина

ОБОСНОВАНИЕ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ  
ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Препринт # WP/2013/301

МОСКВА  
2013

**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.)

Работа посвящена проблеме подготовки и реализации инвестиционных программ применительно к химической и нефтегазохимической отраслям.

Представлены основные этапы развития химического комплекса, методологические проблемы инвестиционных программ, включая анализ существующего состояния, проблему оценки программ, принципы их формирования.

Была проведена адаптация применявшихся ранее методов математического обеспечения подготовки вариантов инвестиционных программ.

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

**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.)

Work is devoted to a problem of preparation and implementation of investment programs with reference to chemical and petrochemical branch.

The main stages of development of a chemical complex, methodological problems of investment programs, including the analysis of an existing condition, a problem of an assessment of programs, principles of their formation are presented.

Adaptation applied before methods of software of preparation of versions of investment programs was carried out.

The work was supported by Russian Humanitarian Scientific Foundation (the 12-02-00263 project).

Научный редактор Г.М. Татевосян

ISBN 978-5-8211-0634-6

© Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Костромина Г.Г., 2013 г.

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

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 4  |
| 1. ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ .....  | 5  |
| Дореволюционный период .....  | 5  |
| Восстановительный период в СССР и первые годы индустриализации (1921–1929 гг.) .            | 5  |
| Период «химизации народного хозяйства» .....  | 8  |
| Период «рыночных реформ» .....  | 8  |
| Период планов развития химического комплекса.....   | 9  |
| 2. ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ.....  | 11 |
| Существующая ситуация .....   | 11 |
| Принципы обоснования программ.....  | 12 |
| Показатели.....   | 15 |
| Объемные показатели .....   | 15 |
| Качественные показатели .....   | 15 |
| Показатели эффективности .....  | 16 |
| Постановка задачи оптимизации структуры инвестиционной программы .....                      | 16 |
| 3. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ .....                     | 19 |
| Базовые модели оптимизации структуры ИП.....  | 19 |
| Многокритериальная оптимизация структуры ИП .....   | 23 |
| Модель выбора времени начала реализации проектов .....                                      | 31 |
| 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ<br>ПРОГРАММЫ .....     | 33 |
| Расчеты по варианту № 1 .....   | 33 |
| Расчеты по варианту № 2 .....   | 42 |
| 5. МИНИМИЗАЦИЯ ДИСПРОПОРЦИЙ В ПРОЦЕССЕ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ УЧАСТНИКОВ<br>ПРОГРАММЫ ..... | 46 |
| Применение методов оптимизации к решению задач со многими целевыми<br>индикаторами.....     | 54 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....   | 61 |

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Препринт подготовлен авторским коллективом в составе сотрудников ЦЭМИ РАН С.В. Седовой и Г.М. Татевосяном, Государственного университета управления О.М. Писаревой, Института экономики РАН Г.Г. Костроминой.

Актуальность выбранной темы определяется необходимостью переориентации экономики на обрабатывающий сектор, основу которого, наряду с машиностроением, составляет химический комплекс (химическая, нефтехимическая и газохимическая отрасли промышленности).

Глава 1 написана Г.Г. Костроминой, глава 2 – Г.М. Татевосяном, глава 3 – С.В. Седовой, глава 4 – С.В. Седовой и Г.М. Татевосяном, глава 5 – О.М. Писаревой.

# 1. ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

## *Дореволюционный период*

Химическая промышленность России до Первой мировой войны была мало развита и долго оставалась на крайне низком производственно-техническом уровне. Резко отставая от других отраслей, химическая промышленность находилась в исключительно острой зависимости от мирового химического хозяйства.

По словам советского экономиста Б. Блинкова, западные страны поставляли для русской химической индустрии сырье, оборудование, технику, полуфабрикаты, вспомогательные материалы, наиболее ценные и сложные продукты, а также квалифицированные кадры (инженеров). Иностранный капитал, непосредственно владея наиболее крупными и технически организованными предприятиями, занимал господствующее, возрастающее из года в год по мере хозяйственного развития страны положение и в производстве, и на химических рынках России.

Целое столетие «догона и перегона» потребовалось царской России, чтобы по одному из старейших производств мирового хозяйства – серной кислоте – добраться до уровня в 10 раз более низкого, чем уровень США и в 7 раз – Германии.

В целом по всем производствам этой отрасли русская химическая промышленность явилась своего рода колониальным «отростком» мирового химического хозяйства [1, с. 136].

Работая на полуфабрикатах, ввозимых из-за границы, главным образом из Германии, дореволюционная химическая промышленность была по существу филиалом немецкой химической индустрии [2, с. 54].

К этому добавились последствия Первой мировой и Гражданской войн, которые совсем ослабили отрасль.

## *Восстановительный период в СССР и первые годы индустриализации (1921–1929 гг.)*

Химическая промышленность начала свое восстановление с производственных мощностей, составляющих 10–15% от довоенного уровня. Как и вся промышленность СССР в целом, химическая отрасль восстанавливалась быстрыми темпами. К 1929 г. продукция отрасли увеличилась более чем в 2 раза [1, с. 139].

В то же время развитие отрасли оказалось вне мировой тенденции. Несмотря на то, что тяжелая промышленность СССР в этот период развивалась самыми высокими темпами, мировая химическая промышленность, в отличие от других отраслей, превзошла наши темпы роста. В условиях стагнации и замедления темпов развития в развитых странах, химическая промышленность росла темпами более быстрыми, чем в Советском Союзе. За период 1913–1929 гг. стоимость валовой продукции мировой химической промышленности увеличилась в 2–3 раза, составив примерно 7,5 млрд долл.

В США объем производства этой отрасли увеличился почти в 4 раза [1, с. 140]. Такой же бурный рост химической промышленности произошел и в других крупнейших капиталистических странах: в Германии продукция отрасли удвоилась, в Англии и во Франции – утроилась [1; 2].

Еще более стремительными оказались темпы химического строительства. За этот период в США размер капиталов, вложенных в эту отрасль, вырос в 5 раз, а удельный вес их в общем объеме промышленных капиталов США удвоился.

Таким образом, недооценка роли химической промышленности не только исказила пропорции индустриализации, но и привела к ее отставанию.

Этот огромный в условиях капитализма рост химической промышленности особенно наглядно виден при сопоставлениях его с темпами развития других отраслей капиталистического хозяйства: в США за эти же полтора десятка лет добыча угля осталась на довоенном уровне, обнаруживая за последние годы тенденцию к снижению, выплавка чугуна повысилась всего лишь на 30%, производство машин – на 70% и т.д. Вся промышленность США повысила свое производство за эти годы всего на 70% против 300% по химической промышленности [2]!

В Англии в 1929 г., при снижении добычи угля в сравнении с 1913 г. на 11–12%, выплавки чугуна – на 26%, при общем снижении уровня промышленного производства на 2–3%, химическая промышленность увеличила уровень производства ровно втрое; во Франции темпы развития химической отрасли в 4–4,5 раза превысили общепромышленные темпы [2].

Руководство нашей страны допустило одну из самых серьезных ошибок того периода, так как остальные отрасли тяжелой промышленности, хоть и отставали по своему уровню от передовых стран и пострадали в результате Мировой и Гражданской войн, все же имели большой «задел». Кроме того, объективные условия мирового экономического развития требовали опережающего развития химической промышленности. Последствия сказываются до сих пор [3].

Не признавая эту структурную ошибку, руководство страны официально критиковало западные державы с политических позиций: столь бурное развитие химической промышленности в данный момент объясняли, прежде всего, тем обстоятельством, что в условиях капитализма химия является промышленностью войны. Так же приходилось объяснять это явление и науке. И.В. Маевский отмечает, что мировая химическая промышленность развивалась темпами, сопоставимыми с СССР и называет это «гипертрофированным» явлением, поскольку, в отличие от нашей страны, темпы развития отрасли были несопоставимы с остальными отраслями. Такая позиция представляется спорной, поскольку другие отрасли, как основательно показано самим И.В. Маевским, в развитых странах были тогда на уровне гораздо более высоком [1].

Другой серьезной ошибкой была ориентация на «тяжелую химию» в ущерб «легкой химии».

Еще одна ошибка, касающаяся всей промышленности и затронувшая также химическую отрасль, это увлечение «гигантизмом». Строились в основном очень крупные предприятия. Наряду с гигантами в электроэнергетике (Днепрогэс), в машиностроении (Московский автомобильный, Сталинградский тракторный заводы), в черной металлургии (Магнитогорский комбинат). В дальнейшем крупные предприятия составили основу и гордость отечественной промышленности, но такое одностороннее направление экономической политики привело к существенным диспропорциям и опасной зависимости от Германии.

Более сбалансированное развитие химической промышленности началось в последующий период индустриализации [1, 2] и годы пятилетних планов, но в целом развитие отрасли в последующие годы, вплоть до начала третьей пятилетки происходило так же, как в остальных основных отраслях тяжелой промышленности [1, 4].

Темпы роста этой отрасли примерно соответствовали росту других отраслей тяжелой промышленности.

Руководство страны осознало опасность отставания химической отрасли только к третьей, предвоенной пятилетке: «...поставленная Коммунистической партией задача – догнать и перегнать передовые капиталистические страны... для химической промышленности стояли очень остро вследствие значительного отставания в СССР химической промышленности» [4, с.464]. «По производству важнейших химических продуктов на душу населения СССР отставал в 5–7 раз от США и в 3–5 раз от других развитых капиталистических стран. Между тем наша

страна обладала всем необходимым для широкого развития химической промышленности и для химизации всего народного хозяйства» [Там же, с.465].

В связи с этим в третьей пятилетке была сделана попытка преодолеть отставание этой отрасли. «Третья пятилетка – «пятилетка химии» – превращала все еще отстававшую химическую промышленность (должна была превратить – примечание мое – Г.К.) в одну из ведущих отраслей промышленности, полностью удовлетворяющую как потребности народного хозяйства, так и нужды обороны страны» [Там же, с. 439]. Начавшаяся Вторая мировая война не позволила осуществить намеченное.

### ***Период «химизации народного хозяйства»***

Ошибочность структурной политики осознали только в конце 1950-х гг. «Майский» (1958 г.) Пленум ЦК КПСС положил начало ускоренному развитию химической промышленности, значение которой недооценивалось в период культа личности Сталина» [5, с.38]. Однако ситуация менялась не слишком успешно: «...нынешние относительно более высокие темпы роста химической индустрии далеко еще не отвечают возросшей роли химии в народном хозяйстве» [5, с. 39].

Были намечены быстрые темпы развития химической индустрии и составлены планы химизации процессов производства (внедрение химических методов производства в другие отрасли промышленности). Автор подробно рассматривает направления развития химии и химизации: комплексная переработка сырья, производство и использование синтетических волокон в производстве шин, в текстильной и трикотажной промышленности, применение изоляции для кабелей, спец-одежды, производство и использование пластмасс и синтетических смол, материалов для пошива обуви и т.п. [Там же, с. 41–46].

### ***Период «рыночных реформ»***

Обрабатывающая промышленность всегда являлась основой российской и советской экономики. И даже сейчас, в условиях все усиливающейся структурной деградации, ее роль остается такой же.

Отрасли обрабатывающей промышленности, прежде всего тяжелой, всегда играли решающую роль в темпах роста экономики. Именно темпами роста обрабатывающих отраслей (машиностроения и химической промышленности) объясня-



ются высокие темпы роста советской промышленности, начиная с периода индустриализации вплоть до восьмидесятых годов.

*В современной России в девяностые годы, с началом обвального падения производства, темпы падения также определялись, прежде всего, темпами в этих же отраслях.* Если в 1992, 1993 и 1994 гг. средние темпы падения составили по промышленности в целом 18, 14, и 21%, то в машиностроении и химической промышленности темпы падения были в целом намного большими, соответственно, 15 и 22% в 1992 г., 16 и 21% в 1993 г. и 31 и 24% в 1994 г. В электроэнергетике и топливной промышленности темпы падения были существенно ниже, в сырьевых отраслях – в основном ниже средних.

В 1995 и 1996 г., характеризовавшихся более умеренным падением промышленного производства – 3 и 4%, скорость падения в обрабатывающем комплексе существенно приблизилась к общему показателю: в машиностроении 9% и 5%, в химической промышленности в 1995 г. даже был рост – 8%, в 1996 г. – падение – 7%. В следующем, 1997 г., когда удалось добиться небольшого роста в промышленности в целом – 2%, в обеих обрабатывающих отраслях рост был вдвое больше. Во время дефолта, 1998 год, при пятипроцентном падении промышленного производства в обрабатывающих отраслях падение было значительно большим – 7%.

В период «последефолтного» роста промышленности – 11% в 1999 г. и 12% в 2000 г., опять в лидерах оказались обрабатывающие отрасли, причем этот рост можно охарактеризовать как «бурный» – в машиностроении, соответственно, 17 и 20%, в химической промышленности 24 и 15% (все приведенные выше данные – из официальной статистики).

И это несмотря на то, что суммарная доля машиностроения и химической отрасли в промышленности в целом резко снизилась: с 1990 по 1998 г. с 38,5 до 24,3% (рассчитано по материалам источника [6]).

В дальнейшем определилась четкая тенденция деградации обрабатывающих отраслей, а ситуация в топливном и сырьевом комплексах определялась исключительно конъюнктурой [7].

### ***Период планов развития химического комплекса***

В последние годы снова пришли к осознанию важности этой проблемы. В принятой Минпромом в 2008 г. «Стратегии развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 года» указывается: «структура

российского химического комплекса пока далека от структуры современной химической промышленности развитых стран. Число вертикально-интегрированных компаний незначительно, существенную долю российского рынка занимают компании, владеющие одним – двумя заводами...из страны вывозится преимущественно химическая продукция низких переделов, а ввозится – продукция высоких переделов, начиная от синтетических смол и пластмасс, до изделий из них и химических волокон и нитей» [3, с. 9].

Серьезная ситуация в химическом комплексе подтверждается в принятом в 2010 г. плане развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 г. (I этап): «Ключевой особенностью нефтегазохимии в России является нехватка мощностей по производству базовых мономеров (этилен, пропилен, бутadiен), прежде всего, пиролизом.

Технологическая отсталость и высокий износ основных фондов, предельный уровень загрузки мощностей важнейших видов нефтегазохимической продукции. Сроки эксплуатации значительной части основных производственных фондов в российской нефтегазохимии составляют 25 и более лет (для сравнения, на предприятиях химической промышленности США срок службы оборудования в среднем составляет около 6–10 лет). Износ основных фондов составляет в среднем 43%. На предприятиях используется более 40% технологий, введенных в эксплуатацию в 1960–1970-х гг. и ранее. В результате, технологические процессы на отечественных предприятиях отличаются высокой энерго- и ресурсоемкостью [3].

Таким образом, проблема ускоренного развития химического комплекса России остается одной из самых актуальных проблем.

## 2. ПРОБЛЕМЫ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ

### *Существующая ситуация*

Практика обоснования и реализации инвестиционных программ обладает существенными недостатками, которые приводят к нерациональному расходованию и так ограниченных финансовых ресурсов, а поставленные в программах цели и задачи не решаются; подробнее об этом в [10-13].

Прежде всего, это несоответствие набора составляющих программу проектов ее содержанию. Причина в том, что проекты разрабатываются не под программу; в результате в программе могут преобладать непрофильные или неэффективные, с точки зрения целей и задач инвестиционной программы, проекты.

Другим «злом» является низкое качество проектов; в программы часто попадают плохо обоснованные проекты, иногда просто без какого-либо обоснования.

Успешной реализации программ мешает то, что решения по обоснованию и дальнейшей корректировке программ принимаются без участия всех заинтересованных сторон: министерства – координатора инвестиционной программы, федерального и региональных бюджетов (мы рассматриваем бюджеты всех уровней как самостоятельные субъекты процесса обоснования и реализации инвестиционных программ), предприятия – объекты инвестиций, банки и прочие коммерческие инвесторы, администрации административных округов и регионов.

Не соблюдается согласованность целей и конкретных задач программы.

Проекты слабо связаны с целями и задачами программы.

Перечисленные недостатки можно объединить в группу *«проблема программа – проект»*.

Другую группу недостатков, связанных с формированием и реализацией программ, можно назвать *«проблемы взаимодействия проектов»*.

Это, во-первых, то, что программа представляет собой набор не связанных между собой проектов. Во-вторых, ресурсы, выделяемые под программу, распределяются между проектами без взаимоувязки с конечными результатами.

Третья группа недостатков – *финансовые проблемы*. Это:

– отсутствие системы взаимодействия источников финансового обеспечения;

– недостаточный объем финансирования;

– несвоевременное поступление финансовых средств.

Следующей группой недостатков является *неудовлетворительная система оценки программы и неудовлетворительная система отчетности*.

И, наконец, межпрограммная проблема: *отсутствие взаимодействия программ*.

В результате нерешенности этих проблем: задачи инвестиционных программ остаются не реализованными, ситуация в большинстве отраслей и регионов, охваченных программами, не только не улучшается, но и ухудшается вплоть до опасности «потерять отрасль» и до обострения социально – экономической ситуации в регионах.

## ***Принципы обоснования программ***

1. **Основной принцип:** активное участие всех заинтересованных сторон в подготовке и реализации программы.

2. Принципы **финансового обеспечения** программы.

2.1. Должны быть использованы все возможные источники финансирования. Это средства федерального, региональных и местных бюджетов, средства предприятий (амортизационный фонд и собственная прибыль), кредиты банков и средства коммерческих организаций.

2.2. Все финансовые средства должны концентрироваться в общем бюджете программы с возможностью перераспределения между проектами с согласия заинтересованных сторон.

2.3. Должна быть возможность пополнения бюджета за счет реинвестирования прибыли от реализации проектов.

3. Принципы **прозрачности и ответственности**.

3.1. Для оценки инвестиционной программы необходимо использование показателей, зависящих от реализации программы и отражающих ее эффективность. В настоящее время самым популярным показателем является вклад программы в валовый внутренний продукт (ВВП). Официальной методики «вклада» нет, но разработчики программ обязаны их представлять.

Однако дело не только в этом. Вклад инвестиционной программы в уровень ВВП, в принципе, не может быть рассчитан с помощью имеющихся инструментальных средств. ВВП является конечным продуктом, производимым в стране, также как ВРП (валовый региональный продукт), соответственно, производимым в регионе. Для расчета вклада инвестиционной программы в этот показатель нужна

информация о том, какая часть продукции, производимой в результате реализации программы, будет использована в качестве сырья, материалов, оборудования в стране или в регионе, а какая станет конечной продукцией или выйдет за пределы страны или региона [10].

Естественными показателями результатов могут быть только показатели, непосредственно зависящие от общего объема и структуры программы. Это, прежде всего, объем производства, прибыль, количество созданных дополнительных рабочих мест, объем дополнительных поступлений в бюджет и т.п.

Необходимо использование «качественных» показателей. Для инвестиционной программы это могут быть удельные веса (доли) проектов, непосредственно направленных на реализацию целей программы; перспективных проектов, проектов, обеспечивающих универсальные задачи программ (создание и сохранение рабочих мест, увеличение поступлений в бюджет и т.п.); проектов с отрицательным влиянием на программу с точки зрения реализации ее целей, по тем или иным причинам попавших в предварительный проект программы или даже в утвержденную программу.

3.2. Должны быть регулярные отчеты администрации программы на совместных слушаниях исполнительной и законодательной властей соответствующего уровня с оценкой хода выполнения программы, корректировками ее содержания и объемов финансирования.

Необходимо обеспечить ответственность всех участников программы за сроки и качество ее выполнения.

#### 4. Прочие принципы:

– временной горизонт инвестиционной программы должен быть не меньше горизонта концепции развития отрасли или региона;

– необходимо обеспечить благоприятный инвестиционный климат в рамках инвестиционной программы: гарантии финансирования, упрощение технических процедур, заинтересованность всех участников программы в успешной ее реализации, качественное информационное обеспечение, законодательное обеспечение;

– должна быть взаимоувязка целей и задач программы и соответствие им проектов.

Более подробно об этом – в [10].

Для реализации изложенной выше методологии предлагается **механизм взаимного учета интересов участников программы и участия их в принятии решения.**

Мы исходим из того, что у участников программы могут быть *общие и свои специфические интересы*. Для достижения общих интересов должен быть создан соответствующий экономический механизм (в частности, этому будет способствовать общий бюджет программы и финансовый фонд программы, создаваемый за счет отчислений от прибыли, получаемой в результате реализации проектов). Несовпадающие интересы участников программы будут согласовываться в процессе итеративной корректировки параметров программы, в частности, ресурсных ограничений и ограничений на объемы финансирования проектов на основе взаимных компромиссов. Согласование должно происходить как в процессе составления программы, так и в процессе ее корректировки в течение всего периода ее реализации.

У программы должен быть *общий объем финансирования*, не закрепленный жестко за отдельными проектами и распределяемый между проектами с учетом интересов участников программы [11].

Для координации и оперативного руководства необходим *специальный орган – администрация программы*, непосредственно отвечающий за реализацию целей программы и необходимый в связи с тем, что, как указывалось выше, у участников отраслевой или региональной инвестиционной программы имеются разные интересы, часто не совпадающие с целями самой программы. Это требование вытекает из принципов и практики программно-целевого планирования (управления). В настоящее время эту функцию берут на себя в отраслевых программах заместители министров, а в региональных программах – вице-губернаторы. Такая практика не оправдала себя. Администрация программы не должна подчиняться ни ведомству, ни субъекту федерации, так как у руководства последнего неизбежно будут возникать свои собственные ведомственные или региональные интересы, в результате чего могут быть злоупотребления со стороны «власть предержащих».

Отметим, что существовавшая в семидесятые годы прошлого столетия в Советском Союзе практика программно-целевого планирования показала неэффективность программ, и одной из главных причин было то, что руководство программой поручалось так называемому «головному министерству». Зачастую министерства решали свои сугубо отраслевые или даже ведомственные проблемы за счет ресурсов программы [11].

## ***Показатели***

В практике работы с инвестиционными программами используются разрабатываемые для каждой программы так называемые «показатели и индикаторы». Министерство Экономического развития и торговли РФ (в то время оно именно так называлось), предложившее эту систему, придавало ей особое значение по следующей причине. Дело в том, что министерства – координаторы программ не имеют ни реальных рычагов воздействия на процесс управления программами, ни даже достаточной информации для принятия решений. Поэтому была выдвинута идея «индикативного управления программами». Авторы этой идеи полагали, что, имея доступную информацию о регионах или отраслях, можно будет представлять ситуацию, сложившуюся в результате реализации программ и оказывать на них не прямое воздействие. Эта идея оказалась несостоятельной.

Ниже приведены показатели, предлагаемые для управления инвестиционными программами, сгруппированные по их непосредственному назначению.

### ***Объемные показатели***

Это, прежде всего, общий объем производства. Этот показатель, в отличие от ВВП и ВРП, дает представление не о конечном продукте, а обо всем производстве в отрасли и регионе. В результате учитывается продукция всех предприятий.

Это также объем суммарной 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.

### ***Качественные показатели***

При данной постановке задачи – это обобщенные показатели структуры инвестиционной программы. Ниже некоторые из них перечислены.

Удельный вес (доля) проектов, непосредственно направленных на реализацию целей программы.

Для региональных программ – удельный вес проектов, учитывающих региональную специализацию или экономико-географические особенности региона.

Удельный вес проектов, обеспечивающих универсальные задачи программ (создание и сохранение рабочих мест, увеличение поступлений в бюджет и т.п.).

Удельный вес перспективных проектов.

Удельный вес проектов с отрицательным влиянием на программу с точки зрения реализации ее целей, по тем или иным причинам попавших в проект программы или даже в утвержденную программу.

### ***Показатели эффективности***

Для оценки эффективности инвестиционных программ в рамках нашей методологии предлагается показатель рентабельности, исчисляемый отношением прибыли к инвестициям, с учетом фактора времени (дисконтируются прибыль и инвестиции).

При расчете рентабельности к сумме вложений в основные фонды необходимо прибавить вложения в оборотные фонды. В разных отраслях и подотраслях разное соотношение основных и оборотных фондов и, соответственно, инвестиционных вложений в основные и оборотные фонды.

Предлагаемый в некоторых научных источниках показатель, рассчитываемый отношением прибыли к приведенным затратам, не годится, так как уровень текущих издержек в этом случае будет учитываться дважды – и в числителе, и в знаменателе.

По конкретным проектам, кроме показателя рентабельности инвестиций, можно использовать показатели рентабельности капитала (активов) в конкретные годы и рентабельности оборота продукции (отношение прибыли к объему реализованной продукции).

### ***Постановка задачи оптимизации структуры инвестиционной программы***

Ставится задача рассчитать разные варианты инвестиционной программы по заданному критерию (при многокритериальной оптимизации – критериям) с учетом технологических и экономических ограничений и интересов участников



проекта на основе оптимального перераспределения имеющихся ресурсов и обоснованного увеличения общего объема ресурсов.

Математическое обеспечение составлено В. Седовой [14, 15].

Переменными являются объемы инвестиционных проектов. Переменные могут быть непрерывными (нецелочисленными) и дискретными (целочисленными), что связано с характером конкретных проектов, входящих в одну и ту же программу.

*Технологические ограничения* – минимальные и максимальные объемы проектов в пределах, зависящих от объема финансирования.

*Экономические ограничения* – минимальные и максимальные объемы проектов в зависимости от потребности в соответствующей продукции региона, в котором осуществляется проект или страны в целом (для отраслевых программ).

*Ресурсные ограничения.* Естественным ресурсным ограничением является объем финансирования программы в целом и по годам действия программы. Для увеличения возможностей маневра ресурсами программы вводятся групповые ресурсные ограничения (в основном для проектов, реализуемых на одном предприятии или в пределах ограниченного пространства). Целевая функция для оптимизации программы строится на основе показателей, выражающих общие для всех ее участников интересы, и показателей, непосредственно отражающих цели программы [13].

**Механизм действия модели** заключается в итеративном формировании программы, включающем оптимизацию распределения общего объема финансирования, вычисление экономических показателей и корректировку на их основе всех видов ограничений, изменения сроков и объемов финансирования [11].

Для эффективной реализации вариантного подхода необходима достаточно *гибкая система финансирования* программы, позволяющая хотя бы в небольших пределах увеличивать или уменьшать общие объемы финансирования из-за непропорционального распределения финансирования отдельных проектов. Интересы участников программы учитываются посредством установления минимальных объемов проектов и возможностью варьирования объемами проектов.

Реализация целей программы обеспечивается минимальными и максимальными границами объемов проектов и оптимизацией структуры программы [10-12].

Целевая функция – критерий, отражающий общие интересы участников программы (в частности, при определенных условиях, это может быть суммарная прибыль), либо цели программы, которые, помимо ограничений на объемы проек-

тов, могут быть реализованы в таких критериях, как доля профильных проектов, численность созданных рабочих мест и т.п. [11, 13–15].

Согласование интересов участников программы в основном происходит посредством варьирования объемами ограничений и замены критериев оптимизации программы, в отдельных случаях могут быть добавлены новые проекты с добавлением или без добавления финансовых средств.

### 3. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ

Для получения различных вариантов структуры инвестиционной программы (ИП) целесообразно использовать оптимизационные модели. Для обеспечения работ по формированию и анализу вариантов программы создана компьютерная система «Разработка, анализ и корректировка инвестиционных экономических программ». В её основу заложен современный математический аппарат [14, 16–20]. Используемые оптимизационные модели представляют собой две группы: базовые модели программы и модели минимизации диспропорций в процессе согласования интересов участников программы.

Содержание базовых оптимизационных моделей состоит в следующем. Определяется оптимальное распределение финансовых средств между проектами программы по критерию, выражающему общие интересы участников программы. Область допустимых решений модели определяется лимитом на финансовые и другие ресурсы, технологическими ограничениями и условиями, отражающими частные интересы участников программы.

Модели минимизации диспропорций в процессе согласования интересов участников программы могут использоваться как самостоятельно, так и в случаях, когда базовые модели оказываются несовместными (об этом подробно в разделе 5).

#### *Базовые модели оптимизации структуры ИП*

Приведем некоторые из базовых оптимизационных моделей.

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 лет ( $t = 1, \dots, T$ ).

Мы считаем, что существуют 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.

Пусть рассматривается всего  $n$  проектов, причем из них первые  $n_1$  – проекты 1-го вида, а следующие  $n_2$  – проекта 2-го вида.

Одной из первых моделей нами предложена следующая.

Рассматривалась ситуация, когда вложения в проект осуществляются в строго заданных соотношениях и начатое финансирование проекта не должно прерываться. В этом случае в качестве инструментальных переменных нами выбраны интенсивности финансирования проектов, а не непосредственно объемы финансирования. Перемножение интенсивности финансирования на объем финансирования, указанный в базовом варианте проекта, дает величину выделяемых проекту финансовых средств в год  $t$ . Поскольку вложения в проект осуществляются на всем горизонте планирования в строго заданных соотношениях, то интенсивность финансирования проекта является постоянной величиной для этого горизонта. Таким образом, каждому проекту  $j$  ставится в соответствие единственная переменная  $x_j$ , не зависящая от года.

Обозначив через  $p_j$  величину показателя, отражающего общие интересы участников ИП при единичной интенсивности финансирования проекта  $j$ , целевую функцию модели запишем в виде

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j \rightarrow \max.$$

Пусть  $f^t$  – объем финансирования программы в год  $t$  и  $f_j^t$  – объем финансирования проекта  $j$  в год  $t$  при единичной интенсивности, тогда ограничения по объему финансирования формируемой ИП будет иметь вид

$$\sum_{j=1}^n f_j^t x_j \leq f^t, \quad t = 1, \dots, T. \quad (3.1)$$

Аналогично будут выглядеть ограничения по другим видам дефицитных ресурсов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^t x_j \leq b_i^t, \quad i = 1, \dots, m, \quad t = 1, \dots, T, \quad (3.2)$$

где  $a_{ij}^t$  – затраты ресурса вида  $i$  при единичной интенсивности финансирования проекта  $j$  в год  $t$ ;

$b_i^t$  – доступная величина ресурса вида  $i$  в год  $t$ ;

$m$  – число лимитированных ресурсов.

На интенсивность финансирования каждого проекта могут накладываться ограничения снизу  $\underline{d}_j$  и сверху  $\bar{d}_j$ , связанные с технологическими ограничениями, ограничениями по спросу, с отражением индивидуальных интересов;

$$\underline{d}_j \leq x_j \leq \bar{d}_j, \quad j = 1, \dots, n.$$

Подобные ограничения могут накладываться на интенсивности финансирования группы проектов. Чаще всего в рамках таких проектов планируется выпускать сходную продукцию. Например, в программе «Юг России» было два проекта: № 20 «Разработка конструкции комбайна зерноуборочного самоходного РСМ-091 «Дон-091» (ОАО «Ростсельмаш»» (Ростовская область, г. Ростов-на-Дону) и № 21 «Разработка конструкции комбайна зерноуборочного самоходного на базе комбайна «Дон-1500Б» (ОАО «Ростсельмаш»» (Ростовская область, г. Ростов-на-Дону). Для этих проектов записывалось ограничение

$$1 \leq x_{20} + x_{21} \leq 3,$$

т.е. один из проектов должен быть обязательно осуществлен, а суммарная интенсивность вложений не должна быть больше трех.

Интенсивность финансирования для дискретных проектов выражается целым числом, отсюда

$$x_j - \text{целые}, \quad j = n_1 + 1, \dots, n.$$

В частном случае, если проект  $j$  либо может осуществляться в неизменном виде, либо от его реализации отказываются, то для такого проекта

$$x_j \in \{0, 1\}.$$

Через задание верхних или/и нижних границ объемов финансирования проектов прямо или косвенно отражаются индивидуальные и групповые интересы участников ИП. Указанные интересы могут также отражаться через показатели, на которые накладываются ограничения. Ниже приводятся

- ограничения на показатели, по которым желательно достичь уровня, не более заданного (например, уровень загрязнения окружающей среды)

$$\sum_{j=1}^n c_{lj} x_j \leq r_l, \quad l = 1, \dots, l_1,$$

где  $c_{lj}^t$  – величина показателя  $l$  при единичной интенсивности финансирования проекта  $j$ ,  $r_l$  – желательный уровень показателя  $l$ ,  $l_1$  – число показателей, на которые накладываются ограничения сверху;

- ограничения на показатели, по которым желательно достичь уровня, не менее заданного (например, объем производства, число рабочих мест)

$$\sum_{j=1}^n c_{lj}x_j \geq r_l, \quad l = l_1 + 1, \dots, \bar{l},$$

где  $\bar{l}$  – общее число показателей, на которые накладываются ограничения.

Для того чтобы по непрерывным проектам исключить ситуацию выделения слишком маленького объема финансирования, можно воспользоваться следующим приемом. Для каждого непрерывного проекта с нижней границей, равной 0, введем булеву переменную, которая будет принимать значение 1, если этому проекту выделяется минимальный объем финансовых средств, и 0 – в противном случае. Выразим через  $w_j$  долю базового варианта проекта  $j$ , определяющую минимальный объем его финансирования. Тогда интенсивность финансирования такого проекта будет определяться выражением

$$w_j y_j + x_j.$$

Здесь  $x_j$  интерпретируется как интенсивность финансирования проекта  $j$  сверх достижения минимального объема. Средства сверх минимально объема должны выделять только в том случае, если выделен этот минимальный объем, отсюда ограничение сверху на  $x_j$  преобразуется к виду

$$x_j \leq (\bar{d}_j - w_j \bar{d}_j) y_j.$$

Как было сказано выше, различные варианты ИП предлагается получать в результате изменения параметров модели. В приведенной выше модели доступные объемы финансовых и других ресурсов по программе в целом закреплены по годам. Рассмотрев возможность оптимизации распределения ресурсов по годам, получим вариант ИП с лучшим значением показателя, выбранного в качестве целевой функции.

Если финансовые или другие ресурсы по годам можно перераспределять только в определенных пределах, то постоянные величины  $f^t$  и  $b_i^t$  следует считать переменными, на которые накладываются следующие ограничения:

$$\underline{f}^t \leq f^t \leq \bar{f}^t, \quad t = 1, \dots, T,$$

$$\underline{b}_i^t \leq b_i^t \leq \bar{b}_i^t, \quad i = 1, \dots, m, \quad t = 1, \dots, T,$$

$$\sum_{t=1}^T f^t \leq F,$$

$$\sum_{t=1}^T b_i^t \leq B_i, \quad i = 1, \dots, m,$$

где  $\underline{f}^t$  и  $\overline{f}^t$  – соответственно минимальный и максимальный объем доступных в год  $t$  финансовых средств;

$\underline{b}_i^t$  и  $\overline{b}_i^t$  – соответственно минимальный и максимальный объем доступных в год  $t$  лимитированных ресурсов вила  $i$ ;

$F$  – общий объем выделяемых формируемой программе финансовых средств на  $T$  лет;

$B_i$  – общий объем доступных на  $T$  лет лимитированных ресурсов вила  $i$ .

Если финансовые или другие ресурсы по годам можно перераспределять без ограничений, то постоянные величины  $f^t$  и  $b_i^t$  также считаем переменными, а ограничения (3.1) соответственно заменяем на

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n f_j^t x_j \leq F.$$

Аналогично будут выглядеть ограничения (3.2) по другим видам дефицитных ресурсов

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n a_{ij}^t x_j \leq B_i, \quad i = 1, \dots, m.$$

## ***Многокритериальная оптимизация структуры ИП***

Схематично описанные выше оптимизационные модели можно представить следующим образом:

$$f(x) \rightarrow \max, \tag{3.3}$$

$$Ax \leq b, \tag{3.4}$$

$$Cx \leq (\geq) r, \tag{3.5}$$

$$\underline{d} \leq x \leq \overline{d}, \tag{3.6}$$

$$x_j - \text{öäëù å}, \quad j \in J_2, \quad x_j \in \{0, 1\}, \quad j \in J_3, \tag{3.7}$$

где  $f(x)$  – показатель, отражающий общие интересы участников ИП или ее цели,

(3.4) – ограничения на финансовые и другие ресурсы,

(3.5) – условия отражающие, взаимосвязь проектов, технологические ограничения, желаемый уровень показателей,

(3.6) – ограничения по объему проектов.

Пусть ограничения (3.4)–(3.7) образуют множество  $G$ . Детальное описание моделей можно найти в работах [18, 19].

Реализован алгоритм оптимизации для случая, когда единственный критерий оптимизационной модели является дробно-линейной функцией. Данный алгоритм является параметрическим и допускает использование для решения задачи, получающейся при фиксированном значении параметра, как стандартных оптимизационных пакетов, так и программ, разработанных авторами компьютерной системы.

Дальнейшим развитием компьютерной системы стало введение в нее процедуры многокритериальной оптимизации структуры программы. Задачу многокритериальной оптимизации можно записать в виде:

$$f_k(x) \rightarrow \max, \quad k = 1, \dots, \bar{k}, \\ x \in G.$$

В нашем случае целевые функции могут быть линейными (например, суммарная дисконтированная прибыль, объем производства) и дробно-линейными (например, рентабельность инвестиций, доля перспективных проектов).

Пусть линейные функции записываются следующим образом:

$$f_k(x) = \sum_{j=1}^n c_{jk}^1 x_j, \quad k \in K_1,$$

где  $n$  – число проектов, из которых формируется программа,  $K_1$  – множество номеров линейных критериев.

А дробно-линейные функции имеют вид

$$f_k(x) = \frac{\sum_{j=1}^n c_{jk}^1 x_j}{\sum_{j=1}^n c_{jk}^2 x_j}, \quad k \in K_2,$$

где  $K_2$  – множество номеров дробно-линейных критериев.

Обозначим оптимальные значения критериев, получаемые при оптимизации каждого критерия на множестве  $G$ , через  $\bar{y}_k = \max \{f_k(x) / x \in G\}$ . Точку  $\bar{y} = (y_1, \dots, y_{\bar{k}})$  принято называть идеальной.



Известно, что выбор оптимального решения в задаче многокритериальной оптимизации не является однозначным как в однокритериальном случае. Из множества эффективных точек [21] (вариантов) лицо, принимающее решение (ЛПР), выбирает решения согласно своим предпочтениям. Другими словами, в ходе вычислений ЛПР анализирует множество вариантов, в том числе и варианты, получаемые при оптимизации по каждому критерию, и указывает направление улучшения решения. Таким образом, многокритериальную оптимизацию в нашем случае можно представить как человеко-машинную процедуру анализа различных вариантов с целью получить варианты с желаемыми свойствами.

Одним из методов, направленных на поиск решения максимально близкого к идеальной точке, является минимаксный. В ЦЭМИ имеется опыт реализации этого метода для задачи с непрерывными переменными (смотри, например, [22]). В нашем случае задача осложняется наличием в моделях целочисленных переменных.

Кратко опишем схему минимаксного метода. Исходная задача заменяется задачей

$$\max \alpha_k \frac{\bar{y}_k - f_k(x)}{\bar{y}_k} \rightarrow \min,$$

$$x \in G,$$

$$\sum_{k=1}^{\bar{k}} \alpha_k = 1, \alpha_k \geq 0, k = 1, \dots, \bar{k}.$$

Различные эффективные варианты ИП будут получаться при различных наборах  $\alpha_k$ .

Эта задача в свою очередь эквивалентна задаче

$$t \rightarrow \min, \tag{3.8}$$

$$\alpha_k \frac{\bar{y}_k - f_k(x)}{\bar{y}_k} \leq t, k = 1, \dots, \bar{k}. \tag{3.9}$$

$$x \in G. \tag{3.10}$$

Если дробно-линейные критерии отсутствуют, то задача (3.8)–(3.10) является линейной. При наличии дробно-линейных критериев в [22] такая задача решается с помощью итеративной процедуры по параметру  $t$ . Такой подход реализован и в нашей компьютерной системе.

Задачу (3.8)–(3.10) можно сформулировать следующим образом. Найти минимальное значение параметра  $t = t_0$ , при котором система нелинейных неравенств (3.9)–(3.10) окажется совместной.

Процедура реализована для случая, когда знаки знаменателей в дробно линейных критериях на  $G$  известны и не меняются. В используемых нами показателях это условие выполняется всегда. Например, в показателе рентабельность инвестиций знаменатель объем дисконтированных вложений всегда положителен, то же выполняется и для доли перспективных проектов, где знаменатель – объем вложений.

В этом случае задача (3.8)–(3.10) при фиксированном параметре  $t = t_0$  легко сводится к задаче частично целочисленного линейного программирования. Условия (3.9) с линейной  $f_k(x)$  преобразуются к виду

$$\sum_{j=1}^n -c_{jk}^1 x_j \leq \frac{\bar{y}_k t_0}{\alpha_k} - \bar{y}_k, \quad k \in K_1,$$

а неравенства (3.9) с дробно-линейной  $f_k(x)$  и положительными знаменателями – к виду

$$\sum_{j=1}^n \left( -\alpha_k c_{jk}^1 - \bar{y}_k (t_0 - \alpha_k) c_{jk}^2 \right) x_j \leq 0, \quad k \in K_2.$$

Всем ограничениям ставятся в соответствие дополнительные переменные, и их сумма минимизируется. Если в результате решения полученной таким образом задачи сумма дополнительных переменных оказывается равной 0, то система (3.9)–(3.10) совместна при  $t = t_0$ . Для поиска минимального  $t = t_0$  мы применили дихотомическую процедуру с задаваемой точностью  $\varepsilon$ . В приведенных ниже расчетах  $\varepsilon = 10^{-10}$ . Эта величина получена экспериментально. Момент останова процедуры – предмет дальнейшего исследования. Видимо, необходимо учитывать скорость изменения показателей на каждом последующем шаге после того, как получено первое нулевое значение целевой функции.

Границы изменения параметра  $t$  легко оценить. Пусть  $t \in [\underline{t}; \bar{t}]$ . Очевидно, что  $\underline{t} = 0$ , так как  $\bar{y}_k$  – максимальные значения.

Обозначим через  $x^k$  оптимальное решение задачи  $\max \{f_k(x) / x \in G\}$ , а через  $y_l^k$  ( $l = 1, \dots, \bar{k}$ ) значение целевой функции  $l$ , получаемое при максимизации по критерию  $k$ , то есть  $y_l^k = f_l(x^k)$ . Тогда

$$\bar{t} = \max_{l,k} \left\{ \frac{\bar{y}_k - y_l^k}{\bar{y}_k} \right\}, \quad l, k = 1, \dots, \bar{k}.$$

Описанный метод реализован программно с использованием модуля МВГ, предоставленного Малковым У.Х.

Апробации предложенной процедуры выполнена на исходных данных, составленных из отдельных проектов двух программ: из фрагмента региональной программы «Юг России» (раздел «Промышленность») и гипотетической отраслевой ИП «Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности до 2015 года» (реальные данные отсутствуют из-за задержки разработки программы заинтересованными министерствами).

Рассматривались три критерия – суммарная дисконтированная прибыль (СДП), доля перспективных проектов (ДП), рентабельность инвестиций (РИ). Рентабельность инвестиций рассчитывалась как отношение суммарной дисконтированной прибыли к суммарным дисконтированным вложениям, выраженное в процентах. Проведена оптимизация вариантов инвестиционной программы при каждом из трех критериев и одновременно по всем критериям. При оптимизации по трем критериям одновременно в первом расчете использовались весовые множители, равные, соответственно, 0,334; 0,333 и 0,333. Другими словами, оптимизация проводилась с равными весами. Основные результаты сведены в табл. 3.1, 3.2, Структура программы приведена в табл. 4.5 раздела 4.

Таблица 3.1

***Величины показателей вариантов ИП при различных критериях оптимизации***

| Варианты программы                              | Показатели                                 |                                |                              |
|---|--|--------------------------------|------------------------------|
|   | Суммарная дисконтированная прибыль, млн р. | Доля перспективных проектов, % | Рентабельность инвестиций, % |
| Исходный  | 53544,54                                   | 30,01                          | 33,95                        |
| Максимизация суммарной дисконтированной прибыли | 91686,19                                   | 43,45                          | 72,87                        |
| Максимизация доли перспективных проектов        | 74620,55                                   | 68,05                          | 61,00                        |
| Максимизация рентабельности инвестиций          | 51869,5                                    | 40,83                          | 79,39                        |
| Максимизация по трем критериям одновременно     | 80967,16                                   | 63,74                          | 74,36                        |

Из табл. 3.2 видно, что оптимизация по различным критериям позволяет получать варианты ИП, обладающие различными свойствами.

Отметим, что при трех последних вариантах ИП остаются неиспользованные финансовые ресурсы. При максимизации ДПП – 4,5% к первоначальному уровню. При максимизации РИ – 48,4%. При многокритериальной оптимизации – 15,7%.

Таблица 3.2

**Величины показателей вариантов ИП при различных критериях оптимизации  
в процентах к максимальному уровню**

| Варианты программы                              | Показатели                                 |                                |                              |
|---|--|--------------------------------|------------------------------|
|   | Суммарная дисконтированная прибыль, млн р. | Доля перспективных проектов, % | Рентабельность инвестиций, % |
| Исходный  | 58,40                                      | 44,10                          | 42,76                        |
| Максимизация суммарной дисконтированной прибыли | 100,00                                     | 63,85                          | 91,79                        |
| Максимизация доли перспективных проектов        | 81,39                                      | 100,00                         | 76,84                        |
| Максимизация рентабельности инвестиций          | 56,57                                      | 60,00                          | 100,00                       |
| Максимизация по трем критериям одновременно     | 88,31                                      | 93,66                          | 93,66                        |

Далее изучалось влияние на структуру формируемой ИП изменения весов  $\alpha_k$ . Так как наибольшее отклонение от максимального значения наблюдается по критерию СДД, увеличивался коэффициент  $\alpha_k$ , соответствующий этому критерию, при равенстве между собой двух других весов. Структура ИП и значения показателей изменились только при  $\alpha_k$ , равных, соответственно, 0,9, 0,05 и 0,05 (табл. 3.3, столбец 3).

Таблица 3.3

**Величины показателей варианта ИП при оптимизации  
по трем критериям одновременно**

| Показатель | Решение с весовыми коэффициентами |                  |                  |
|------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
|            | 0,33; 0,33; 0,33                  | 0,9; 0,05; 0,05  | 0,9; 0,08; 0,02  |
| 1          | 2                                 | 3                | 4                |
| СДД        | 80967,16 (88,3%)                  | 86637,14 (94,5%) | 83610,73 (91,2%) |
| ДПП        | 63,74 (93,7%)                     | 59,63 (67,2%)    | 62,14 (91,3%)    |
| РИ         | 74,36 (93,7%)                     | 74,99 (94,5%)    | 75,23 (94,8%)    |

Структура программы приведена в табл. 3.4. В таблице символом «\*» помечены перспективные проекты. ИИФ – исходная интенсивность финансирования, ИФ – интенсивность финансирования по отношению к ИИФ. НГ и ВГ – нижняя и верхняя границы интенсивности финансирования проектов (объемов проектов). Прибыль дисконтируется на весь период действия инвестиционной программы.

В этом случае рост прибыли и незначительное увеличение рентабельности программы происходят за счет привлечения неиспользованных финансовых ресурсов для реализации двух проектов (№ 2 и № 5) со средней рентабельностью, кото-

рым не выделялось финансировании при равных  $\alpha_k$ . Эти проекты не относятся к перспективным, отсюда – падение ДПП. Неиспользованные финансовые ресурсы составляют уже 10,2% (уменьшение на 5 пунктов).

Таблица 3.4

**Результаты расчетов при оптимизации по трем критериям одновременно с весами, равными 0,9, 0,05, 0,05**

| Про-<br>грамма | № про-<br>екта              | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИИФ | ИФ    | Объем<br>финан-<br>сирова-<br>ния,<br>млн р. | Доля в<br>финан-<br>сирова-<br>нии,<br>% | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабель-<br>ность инве-<br>стиций |      |
|----------------|-----------------------------|------|------|------|-----|-------|--|--|-------------------------|-------------------------------------|------|
|                |                             |      |      |      |     |       |  |  |                         | %                                   | Ранг |
| 1              | 2                           | 3    | 4    | 5    |     | 6     | 7  | 8  | 9                       | 10                                  | 11   |
| «Юг<br>России» | 1                           | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,50  | 908,21                                       | 0,64                                     | 531,98                  | 66,53                               | 10   |
|                | 2                           | 0    | 10   | НЦ   | 1   | 8,71  | 1132,22                                      | 0,80                                     | 571,43                  | 62,09                               | 13   |
|                | 3                           | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,50  | 208,13                                       | 0,15                                     | 113,96                  | 69,57                               | 9    |
|                | 4                           | 0    | 4    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 55,97                               | 15   |
|                | 5                           | 0    | 15   | НЦ   | 1   | 15,00 | 7856,48                                      | 5,55                                     | 4198,38                 | 70,67                               | 7    |
|                | 6                           | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 0,50  | 210,38                                       | 0,15                                     | 76,27                   | 49,66                               | 21   |
|                | 7                           | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 54,90                               | 17   |
|                | 8                           | 0    | 5    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 49,71                               | 20   |
|                | 9*                          | 1    | 10   | НЦ   | 1   | 10,00 | 13 095,00                                    | 9,25                                     | 26 096,50               | 259,60                              | 1    |
|                | 10                          | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 1,00  | 83,25  | 0,06                                     | 23,49                   | 32,30                               | 24   |
|                | 11                          | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 46,96                               | 22   |
| хим            | 12                          | 0    | 4    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 66,53                               | 11   |
| хим            | 13*                         | 0    | 12   | Ц    | 1   | 6,00  | 40 338,00                                    | 28,48                                    | 27 381,44               | 77,56                               | 5    |
|                | 14                          | 0    | 12   | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 56,05                               | 14   |
|                | 15                          | 0    | 30   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 70,13                               | 8    |
|                | 16                          | 0    | 20   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 54,96                               | 16   |
|                | 17                          | 0    | 50   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 78,61                               | 4    |
| хим            | 18                          | 1    | 2    | Ц    | 1   | 1,00  | 10 030,50                                    | 7,08                                     | 5685,43                 | 72,51                               | 6    |
|                | 19                          | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 62,37                               | 12   |
|                | 20                          | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 21,28                               | 26   |
|                | 21                          | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 1,00  | 83,25  | 0,06                                     | 13,66                   | 21,28                               | 27   |
|                | 22                          | 1    | 2    | НЦ   | 1   | 1,00  | 33,75  | 0,02                                     | 14,76                   | 49,95                               | 19   |
| Химия          | 1                           | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3,00  | 18 000,00                                    | 12,71                                    | 595,61                  | 3,96                                | 29   |
|                | 2                           | 3    | 9    | Ц    | 7   | 3,00  | 9642,86                                      | 6,81                                     | 1063,58                 | 13,88                               | 28   |
|                | 3                           | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3,00  | 9000,00                                      | 6,35                                     | 3970,71                 | 54,73                               | 18   |
|                | 4*                          | 0,33 | 3    | НЦ   | 1   | 0,45  | 12 258,00                                    | 8,65                                     | 3016,69                 | 29,68                               | 25   |
|                | 5*                          | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 1,50  | 4500,00                                      | 3,18                                     | 5409,61                 | 146,46                              | 3    |
|                | 6*                          | 1    | 3    | Ц    | 2   | 3,00  | 11 250,00                                    | 7,94                                     | 2685,35                 | 34,11                               | 23   |
|                | 7*                          | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1   | 1,67  | 3006,00                                      | 2,12                                     | 5185,31                 | 206,65                              | 2    |
|                | Всего                       |      |      |      |     |       | <b>141 636,01</b>                            | <b>100,00</b>                            | <b>86 634,16</b>        | <b>74,99</b>                        |      |
|                | Доля перспективных проектов |      |      |      |     |       |  | <b>59,62</b>                             |                         |                                     |      |

На следующем шаге при фиксированном весе СДД ( $\alpha_1 = 0,9$ ) увеличивался вес ДПП (так как этот показатель упал до 67,2%) за счет веса рентабельности инвестиций. Значения показателей при  $\alpha_k$ , равных, соответственно, 0,9, 0,08 и 0,02, приведены в табл. 3.3, столбец 4, структура программы приведена в табл. 3.5. Здесь

относительно предыдущего эксперимента СДП снижается, РИ незначительно увеличивается и значительно растет ДПП за счет направления неиспользованных финансовых ресурсов только в один из указанных выше проектов (№ 5), причем в меньшем объеме. На этом шаге получен вариант ИП, у которого значения показателей более равномерно отклоняются от своих максимальных значений.

Таблица 3.5

**Результаты расчетов при оптимизации по трем критериям одновременно с весами, равными 0,9, 0,08, 0,02**

| Про-<br>грамма              | № про-<br>екта | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИИФ | ИФ    | Объем<br>финан-<br>сирова-<br>ния,<br>млн р. | Доля в<br>финан-<br>сирова-<br>нии,<br>% | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабель-<br>ность инве-<br>стиций |      |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|-----|-------|--|--|-------------------------|-------------------------------------|------|
|                             |                |      |      |      |     |       |  |  |                         | %                                   | Ранг |
| 1                           | 2              | 3    | 4    | 5    |     | 6     | 7  | 8  | 9                       | 10                                  | 11   |
| «Юг<br>России»              | 1              | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,50  | 908,21                                       | 0,67                                     | 531,98                  | 66,53                               | 10   |
|                             | 2              | 0    | 10   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 62,09                               | 13   |
|                             | 3              | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,50  | 208,13                                       | 0,15                                     | 113,96                  | 69,57                               | 9    |
|                             | 4              | 0    | 4    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 55,97                               | 15   |
|                             | 5              | 0    | 15   | НЦ   | 1   | 6,23  | 3262,75                                      | 2,40                                     | 1743,56                 | 70,67                               | 7    |
|                             | 6              | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 0,50  | 210,38                                       | 0,15                                     | 76,27                   | 49,66                               | 21   |
|                             | 7              | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 54,90                               | 17   |
|                             | 8              | 0    | 5    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 49,71                               | 20   |
|                             | 9*             | 1    | 10   | НЦ   | 1   | 10,00 | 13 095,00                                    | 9,64                                     | 26 096,50               | 259,60                              | 1    |
|                             | 10             | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 1,00  | 83,25  | 0,06                                     | 23,49                   | 32,30                               | 24   |
| хим<br>хим                  | 11             | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 46,96                               | 22   |
|                             | 12             | 0    | 4    | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 66,53                               | 11   |
|                             | 13*            | 0    | 12   | Ц    | 1   | 6,00  | 40 338,00                                    | 29,68                                    | 27 381,44               | 77,56                               | 5    |
|                             | 14             | 0    | 12   | Ц    | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 56,05                               | 14   |
|                             | 15             | 0    | 30   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 70,13                               | 8    |
| хим                         | 16             | 0    | 20   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 54,96                               | 16   |
|                             | 17             | 0    | 50   | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 78,61                               | 4    |
|                             | 18             | 1    | 2    | Ц    | 1   | 1,00  | 10 030,50                                    | 7,38                                     | 5685,43                 | 72,51                               | 6    |
|                             | 19             | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 62,37                               | 12   |
|                             | 20             | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 0,00  | 0,00   | 0,00                                     | 0,00                    | 21,28                               | 26   |
|                             | 21             | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 1,00  | 83,25  | 0,06                                     | 13,66                   | 21,28                               | 27   |
|                             | 22             | 1    | 2    | НЦ   | 1   | 1,00  | 33,75  | 0,02                                     | 14,76                   | 49,95                               | 19   |
| Химия                       | 1              | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3,00  | 18 000,00                                    | 13,24                                    | 595,61                  | 3,96                                | 29   |
|                             | 2              | 3    | 9    | Ц    | 7   | 3,00  | 9642,86                                      | 7,10                                     | 1063,58                 | 13,88                               | 28   |
|                             | 3              | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3,00  | 9000,00                                      | 6,62                                     | 3970,71                 | 54,73                               | 18   |
|                             | 4*             | 0,33 | 3    | НЦ   | 1   | 0,45  | 12 258,00                                    | 9,02                                     | 3016,69                 | 29,68                               | 25   |
|                             | 5*             | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 1,50  | 4500,00                                      | 3,31                                     | 5409,61                 | 146,46                              | 3    |
|                             | 6*             | 1    | 3    | Ц    | 2   | 3,00  | 11 250,00                                    | 8,28                                     | 2685,35                 | 34,11                               | 23   |
|                             | 7*             | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1   | 1,67  | 3006,00                                      | 2,21                                     | 5185,31                 | 206,65                              | 2    |
| Всего                       |                |      |      |      |     |       | <b>135 910,07</b>                            | <b>100,00</b>                            | <b>83 607,90</b>        | <b>75,23</b>                        |      |
| Доля перспективных проектов |                |      |      |      |     |       |  | <b>62,13</b>                             |                         |                                     |      |

## ***Модель выбора времени начала реализации проектов***

Следующим этапом наших исследований стало введение в модель возможности выбора времени начала реализации проектов.

Пусть по некоторым проектам год начала реализации не фиксирован. Он либо может меняться в заданном интервале (от года  $t_1$  до  $t_2$ ), либо проект может начинаться в год из некоторого списка. Интервал годов тоже можно представить в виде списка (пусть список для каждого проекта  $j$  – это множество  $\Lambda^j$ ). Отсчет годов будем вести от года начала программы. Примеры списка –  $\Lambda^j = \{1, 2, 3, 4\}$ ,  $\Lambda^j = \{2, 3, 4, 7\}$ .

Пусть номера проектов, по которым возможен выбор года начала реализации, образуют множество  $J_1$ .

Для каждого проекта  $j$ , который может начинаться в годы из списка  $\Lambda^j$ , вводятся булевы переменные

$z_{j\tau}$  – 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  $\tau$ .

Для того чтобы проект  $j$  начинался только один раз, вводятся ограничения (сумма  $z_{j\tau}$  при фиксированном  $j$  меньше или равна 1)

$$\sum_{\tau \in \Lambda^j} z_{j\tau} \leq 1, \quad j \in J_1, \quad (3.11)$$

Также вводятся переменные, связанные с объемами проектов

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

Ограничения сверху на объем проектов запишутся в виде

$$x_{j\tau} \leq \bar{d}_j z_{j\tau}, \quad \tau \in \Lambda^j, \quad j \in J_1. \quad (3.12)$$

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

Ограничения снизу на объем проектов следует записать в виде

$$\sum_{\tau \in \Lambda^j} x_{j\tau} \geq \underline{d}_j, \quad j \in J_1. \quad (3.13)$$

Ограничения (3.11), (3.12) 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 (3.13) 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  $\Lambda^j$  начнется.

Целевые функции и ограничения по финансовым ресурсам в модели оптимизации времени начала проектов записываются аналогично приведенным выше моделям.



## **4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ**

В этой работе приведены расчеты, выполнены в рамках исследования возможности согласования отраслевой и региональной инвестиционных программ. В качестве отраслевой программы была взята гипотетическая программа, подготовленная экспертным методом под «Стратегию развития химической и нефтехимической промышленности до 2015 года» и в качестве региональной программы – Федеральная целевая программа (ФЦП) «Юг России», раздел «Промышленность». В региональной программе как исходный материал взят первый ее вариант (2002–2006 гг.), а недостающий для исследования материал определен экспертно. Последующие изменения в этой программе привели к ее ухудшению и поэтому не были учтены. Поскольку программа «Юг России» практически не выполнялась, правомерно было перенести срок действия этого варианта программы на исследуемый в препринте срок (2008–2015 гг.).

Была проведена индексация цен и, соответственно, пересчитаны показатели.

Проведены два варианта расчетов:

- вариант № 1 – согласование программ с корректировками региональной программы;
- вариант № 2 – перевод проектов химической промышленности региональной программы в отраслевую без корректировки первой.

### ***Расчеты по варианту № 1***

Ниже приводятся исходные данные общего, подлежащего оптимизации фрагмента двух программ, где из региональной программы взяты двадцать два проекта (весь раздел «Промышленность»), а из отраслевой программы – семь больших проектов, общий объем которых превышает объем 22-х проектов (см. табл. 4.1).

Во всех таблицах символом «\*» помечены перспективные проекты. ИИФ – исходная интенсивность финансирования, ИФ – интенсивность финансирования проекта (объема проектов) по отношению к ИИФ, НГ и ВГ – нижняя и верхняя границы интенсивности финансирования проекта, Хим. Юг – проекты химического

производства ФЦП «Юг России», ЮГ – остальные проекты ФЦП, Хим – инвестиционные проекты «Стратегии развития химической и нефтехимической промышленности до 2015 года».

Прибыль дисконтируется на весь период действия инвестиционной программы, также дисконтируются и числитель и знаменатель показателя рентабельности.

Таблица 4.1

*Исходные данные*

| Про-<br>грамма              | № проек-<br>та | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИИФ | Объем финанси-<br>рования,<br>млн руб. | Доля в финан-<br>сировании, % | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабельность инвестиций |       |   |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|-----|--|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------|---|
|                             |                |      |      |      |     |  |                               |                         | %                         | ранг  |   |
| 1                           | 2              | 3    | 4    | 5    | 6   | 7                                      | 8                             | 9                       | 10                        | 11    |   |
| «Юг<br>России»              | 1              | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 1816,43                                | 1,15                          | 1063,96                 | 66,53                     | 10    |   |
|                             | 2              | 0    | 10   | НЦ   | 1   | 130,05                                 | 0,08                          | 65,64                   | 62,09                     | 13    |   |
|                             | 3              | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 416,25                                 | 0,26                          | 227,91                  | 69,57                     | 9     |   |
|                             | 4              | 0    | 4    | НЦ   | 1   | 1802,25                                | 1,14                          | 778,04                  | 55,97                     | 15    |   |
|                             | 5              | 0    | 15   | НЦ   | 1   | 523,80                                 | 0,33                          | 279,91                  | 70,67                     | 7     |   |
|                             | 6              | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 420,75                                 | 0,27                          | 152,55                  | 49,66                     | 21    |   |
|                             | 7              | 0    | 1    | Ц    | 1   | 319,28                                 | 0,20                          | 132,85                  | 54,90                     | 17    |   |
|                             | 8              | 0    | 5    | НЦ   | 1   | 418,50                                 | 0,27                          | 160,40                  | 49,71                     | 20    |   |
|                             | 9*             | 1    | 10   | НЦ   | 1   | 1309,50                                | 0,83                          | 2609,65                 | 259,60                    | 1     |   |
|                             | 10             | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 83,25                                  | 0,05                          | 23,49                   | 32,30                     | 24    |   |
| ХимЮг                       | 11             | 0    | 1    | Ц    | 1   | 3075,08                                | 1,95                          | 1020,71                 | 46,96                     | 22    |   |
|                             | 12             | 0    | 4    | Ц    | 1   | 155,25                                 | 0,10                          | 89,47                   | 66,53                     | 11    |   |
|                             | ХимЮг          | 13*  | 0    | 12   | Ц   | 1                                      | 6723,00                       | 4,26                    | 4563,57                   | 77,56 | 5 |
|                             | 14             | 0    | 12   | Ц    | 1   | 1327,50                                | 0,84                          | 604,34                  | 56,05                     | 14    |   |
|                             | 15             | 0    | 30   | НЦ   | 1   | 742,73                                 | 0,47                          | 457,44                  | 70,13                     | 8     |   |
| ХимЮг                       | 16             | 0    | 20   | НЦ   | 1   | 2931,30                                | 1,86                          | 1399,88                 | 54,96                     | 16    |   |
|                             | 17             | 0    | 50   | НЦ   | 1   | 31,50                                  | 0,02                          | 23,61                   | 78,61                     | 4     |   |
|                             | 18             | 1    | 2    | Ц    | 1   | 10 030,50                              | 6,36                          | 5685,43                 | 72,51                     | 6     |   |
|                             | 19             | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 18 425,48                              | 11,68                         | 8921,40                 | 62,37                     | 12    |   |
|                             | 20             | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 105,75                                 | 0,07                          | 17,35                   | 21,28                     | 26    |   |
|                             | 21             | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 83,25                                  | 0,05                          | 13,66                   | 21,28                     | 27    |   |
|                             | 22             | 1    | 2    | НЦ   | 1   | 33,75                                  | 0,02                          | 14,76                   | 49,95                     | 19    |   |
| Хим                         | 1              | 3    | 10   | Ц    | 5   | 30 000,00                              | 19,02                         | 992,68                  | 3,96                      | 29    |   |
|                             | 2              | 3    | 9    | Ц    | 7   | 22 500,00                              | 14,27                         | 2481,70                 | 13,88                     | 28    |   |
|                             | 3              | 3    | 10   | Ц    | 5   | 15 000,00                              | 9,51                          | 6617,86                 | 54,73                     | 18    |   |
|                             | 4*             | 0,33 | 3    | НЦ   | 1   | 27 000,00                              | 17,12                         | 6644,69                 | 29,68                     | 25    |   |
|                             | 5*             | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 3000,00                                | 1,90                          | 3606,41                 | 146,46                    | 3     |   |
|                             | 6*             | 1    | 3    | Ц    | 2   | 7500,00                                | 4,76                          | 1790,23                 | 34,11                     | 23    |   |
|                             | 7*             | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1   | 1800,00                                | 1,14                          | 3104,97                 | 206,65                    | 2     |   |
| Всего                       |                |      |      |      |     | 15 7705,13                             | 100,00                        | 53 544,54               | 33,95                     |       |   |
| Доля перспективных проектов |                |      |      |      |     |  | 30,01                         |                         |                           |       |   |

Далее представлены результаты оптимизации инвестиционной программы с целевой функцией – дисконтированная прибыль (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

**Результаты оптимизации с целевой функцией – дисконтированная прибыль**

| Про-<br>грамма              | № про-<br>екта | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИФ    | Объем финанси-<br>рования,<br>млн р. | Доля в финан-<br>сировани-<br>и, % | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабельность инвестиций |       |   |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|-------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------|---|
|                             |                |      |      |      |       |                                      |                                    |                         | %                         | Ранг  |   |
| 1                           | 2              | 3    | 4    | 5    | 6     | 7                                    | 8                                  | 9                       | 10                        | 11    |   |
| «Юг<br>России»              | 1              | 0,5  | 3    | НЦ   | 0,5   | 908,21                               | 0,58                               | 531,98                  | 66,53                     | 10    |   |
|                             | 2              | 0    | 10   | НЦ   | 10,0  | 1300,50                              | 0,84                               | 656,37                  | 62,09                     | 13    |   |
|                             | 3              | 0,5  | 3    | НЦ   | 2,41  | 1002,24                              | 0,64                               | 548,77                  | 69,57                     | 9     |   |
|                             | 4              | 0    | 4    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 55,97                     | 15    |   |
|                             | 5              | 0    | 15   | НЦ   | 10,6  | 5564,04                              | 3,57                               | 2973,34                 | 70,67                     | 7     |   |
|                             | 6              | 0,5  | 2    | НЦ   | 0,5   | 210,38                               | 0,14                               | 76,27                   | 49,66                     | 21    |   |
|                             | 7              | 0    | 1    | Ц    | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 54,90                     | 17    |   |
|                             | 8              | 0    | 5    | НЦ   | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 49,71                     | 20    |   |
|                             | 9*             | 1    | 10   | НЦ   | 10,0  | 13 095,00                            | 8,41                               | 26 096,50               | 259,60                    | 1     |   |
|                             | 10             | 0    | 2    | НЦ   | 1     | 83,25                                | 0,05                               | 23,49                   | 32,30                     | 24    |   |
| ХимЮг                       | 11             | 0    | 1    | Ц    | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 46,96                     | 22    |   |
|                             | 12             | 0    | 4    | Ц    | 4     | 621,00                               | 0,40                               | 357,88                  | 66,53                     | 11    |   |
|                             | ХимЮг          | 13*  | 0    | 12   | Ц     | 4                                    | 26 892,00                          | 17,27                   | 18 254,29                 | 77,56 | 5 |
|                             | 14             | 0    | 12   | Ц    | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 56,05                     | 14    |   |
|                             | 15             | 0    | 30   | НЦ   | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 70,13                     | 8     |   |
|                             | 16             | 0    | 20   | НЦ   | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 54,96                     | 16    |   |
| ХимЮг                       | 17             | 0    | 50   | НЦ   | 16,95 | 533,89                               | 0,34                               | 400,12                  | 78,61                     | 4     |   |
|                             | 18             | 1    | 2    | Ц    | 2     | 20 061,00                            | 12,88                              | 11 370,85               | 72,51                     | 6     |   |
|                             | 19             | 0    | 2    | НЦ   | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 62,37                     | 12    |   |
|                             | 20             | 0    | 3    | НЦ   | 0     | 0,00                                 | 0,00                               | 0,00                    | 21,28                     | 26    |   |
|                             | 21             | 0    | 3    | НЦ   | 1     | 83,25                                | 0,05                               | 13,66                   | 21,28                     | 27    |   |
|                             | 22             | 1    | 2    | НЦ   | 1     | 33,75                                | 0,02                               | 14,76                   | 49,95                     | 19    |   |
| Хим                         | 1              | 3    | 10   | Ц    | 3     | 18 000,00                            | 11,56                              | 595,61                  | 3,96                      | 29    |   |
|                             | 2              | 3    | 9    | Ц    | 3,00  | 9642,86                              | 6,19                               | 1063,58                 | 13,88                     | 28    |   |
|                             | 3              | 3    | 10   | Ц    | 10    | 30 000,00                            | 19,27                              | 13 235,72               | 54,73                     | 18    |   |
|                             | 4*             | 0,33 | 3    | НЦ   | 0,33  | 8910,00                              | 5,72                               | 2192,75                 | 29,68                     | 25    |   |
|                             | 5*             | 0,5  | 2    | НЦ   | 1,5   | 4500,00                              | 2,89                               | 5409,61                 | 146,46                    | 3     |   |
|                             | 6*             | 1    | 3    | Ц    | 3     | 11250,00                             | 7,23                               | 2685,35                 | 34,11                     | 23    |   |
|                             | 7*             | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1,67  | 3006,00                              | 1,93                               | 5185,31                 | 206,65                    | 2     |   |
| Всего                       |                |      |      |      |       | 155 697,36                           | 100,00                             | 91 686,19               | 72,87                     |       |   |
| Доля перспективных проектов |                |      |      |      |       |                                      | 43,45                              |                         |                           |       |   |

**Выводы.**

Из семи проектов Программы развития химической и нефтехимической промышленности четыре проекта существенно увеличили объемы по отношению к исходному уровню:

– проект Хим. 3 – «Строительство производства полипропилена...» увеличился в два раза – с 15 млрд до 30 млрд рублей (доля в объеме финансирования

общего фрагмента программы увеличилась с 9,5 до 19,3%)<sup>1</sup>, прибыль от реализации проекта за срок действия отраслевой программы увеличилась с 13,5 млрд до 27,0 млрд рублей, дисконтированная прибыль – с 6,6 млрд до 13,2 млрд рублей;

– проект Хим. 6 – «Разработка и освоение производства химических волокон и нитей...» увеличился 7,5 млрд до 11,2 млрд рублей (доля в объеме финансирования – с 4,8 до 7,2%), прибыль – с 3,9 млрд до 5,9 млрд рублей, дисконтированная прибыль – с 1,2 млрд до 2,7 млрд рублей;

– проект Хим. 5 – «Разработка и освоение импортозамещающих производств изделий из пластмасс и лакокрасочных материалов...» увеличился с 3,0 млрд до 4,5 млрд рублей (доля в объеме финансирования – с 1,9 до 2,9%), прибыль – с 6,6 млрд до 9,8 млрд рублей, дисконтированная прибыль – с 3,6 млрд до 5,4 млрд рублей;

– проект Хим. 7 – «Разработка и освоение малотоннажной химической продукции, включая нанотехнологии и новые виды катализаторов...» увеличился с 1,8 млрд до 3,0 млрд рублей (доля в объеме финансирования – с 1,1 до 1,9%), прибыль – с 5,9 млрд до 9,8 млрд рублей, дисконтированная прибыль – с 3,1 млрд до 5,6 млрд рублей.

Объемы трех остальных проектов уменьшились:

– самый большой проект – Хим. 1 – «Организация производства этилена и его производных...» уменьшился с 30 млрд (19,0%) до 18 млрд рублей (11,6%), прибыль – с 2,0 млрд до 1,2 млрд рублей, дисконтированная прибыль – с 1,0 млрд до 0,6 млрд рублей;

– проект Хим. 2 – «Организация конверсии метанола...» уменьшился с 22,5 до 9,6 млрд руб., прибыль – с 5,1 до 2,2 млрд руб., дисконтированная прибыль – с 2,5 до 1,1 млрд рублей;

– проект Хим. 4 – «Разработка и освоение крупнотоннажных производств полимерных материалов нового поколения...» уменьшился с 27,0 млрд до 8,9 млрд рублей, прибыль – с 13,8 млрд до 2,7 млрд руб., дисконтированная прибыль – с 12,4 млрд до 2,2 млрд рублей.

Все три «химических» проекта из программы «Юг России» (ЮР) увеличили объемы в два и в четыре раза.

Предполагаемые причины изменения объемов отдельных проектов.

---

<sup>1</sup> При оптимизации часть ресурсов не используется (в данном случае – 1,2%), поэтому при увеличении объема проекта в два раза, а его доля увеличивается в 2,03 раза.

Из увеличившихся проектов проекты Хим. 5 и Хим. 7 обладают высокой дисконтированной рентабельностью с большим отрывом от следующих за ними: 146% (ранг 3 из 29) и 207% (ранг 2). Проекты Хим. 3 и Хим. 6 – низкорентабельные: 55 и 34%, ранги 18 и 23; их существенное увеличение, несмотря на низкую рентабельность, связано с тем, что Хим. 3, основная часть инвестиций которого (70%) приходится на 2009 и 2010 г., освободившиеся в результате перелива инвестиций рентабельных проектов в другие годы и заполнили это пространство, а проект Хим 6, наоборот, освободил для рентабельных проектов 2008 г.

Уменьшившиеся Хим. – проекты 1, 2, и 4 – все низкорентабельные.

Выводы о перераспределении проектов и финансовых ресурсов между отраслевой (Хим) и региональной (ЮР) программами.

В сумме исходный объем семи проектов отраслевой программы составляет 106,8 млрд рублей. В результате оптимизации общего фрагмента двух программ их объем уменьшился до 85,3 млрд рублей. Проекты химической промышленности ЮР резко увеличили свои объемы – с 16,9 млрд до 47,6 млрд рублей и в сумме с отраслевой программой составили 132,9 млрд рублей.

В создавшейся ситуации правомерно предложение передать, с согласия инвесторов, все три проекта химической промышленности региональной программы (ЮР 12 – производство глифосатов, г. Волгоград, ЮР 13 – организация производства полиизоцианатов, г. Волжский, ЮР 18 – техническое перевооружение производства метанола, г. Новочеркасск) в «Программу развития химической и нефтехимической промышленности». Отметим, что увеличение объемов финансирования химических проектов ЮР происходит в основном за счет проектов отраслевой программы: увеличение на 30,7 млрд рублей (47,6 – 16,7) за счет ХП – 21,5 млрд рублей, остальное – за счет закрытия непрофильных и мелких проектов ЮР.

В этом случае объем раздела «Развитие промышленности» ЮР сократится с 50,9 млрд до 32,3 млрд рублей, но увеличится объем реализованных на территории Южного административного округа проектов до 70,4 млрд рублей. В то же время улучшится структура раздела за счет профильных проектов и увеличится прибыль, получаемая на территории округа: если в дооптимизационном варианте дисконтированная прибыль 22-х проектов ЮР составляет 28,3 млрд рублей, то после оптимизации и перераспределения финансовых ресурсов – 60,8 млрд рублей.

*Вывод: согласование отраслевой и региональной программ позволило отрасли увеличить финансовые ресурсы и расширить «географию» программы, а региону увеличить объем реализуемых на его территории проектов (лучшее решение*

проблемы рабочих мест), увеличить объем прибыли (пополнение региональных бюджетов) и улучшить структуру инвестиционной программы (лучшее достижение целей программы).

В табл. 4.3 приведены результаты оптимизации инвестиционной программы с целевой функцией – доля перспективных проектов.

В этой постановке важен не общий объем инвестиций, а структурный фактор.

Таблица 4.3

**Результаты оптимизации с целевой функцией – доля перспективных проектов**

| Про-<br>грамма              | № про-<br>екта | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИФ    | Объем финанси-<br>рования,<br>млн р. | Доля в финан-<br>сировании, % | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабельность<br>инвестиций |      |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|-------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|------|
|                             |                |      |      |      |       |                                      |                               |                         | %                            | Ранг |
| 1                           | 2              | 3    | 4    | 5    | 6     | 7                                    | 8                             | 9                       | 10                           | 11   |
| «Юг<br>России»              | 1              | 0,5  | 3    | НЦ   | 0,50  | 908,21                               | 0,60                          | 531,98                  | 66,53                        | 10   |
|                             | 2              | 0    | 10   | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 62,09                        | 13   |
|                             | 3              | 0,5  | 3    | НЦ   | 0,50  | 208,13                               | 0,14                          | 113,96                  | 69,57                        | 9    |
|                             | 4              | 0    | 4    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 55,97                        | 15   |
|                             | 5              | 0    | 15   | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 70,67                        | 7    |
|                             | 6              | 0,5  | 2    | НЦ   | 0,50  | 210,38                               | 0,14                          | 76,27                   | 49,66                        | 21   |
|                             | 7              | 0    | 1    | Ц    | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 54,90                        | 17   |
|                             | 8              | 0    | 5    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 49,71                        | 20   |
|                             | 9*             | 1    | 10   | НЦ   | 10,00 | 13 095,00                            | 8,69                          | 26 096,50               | 259,60                       | 1    |
|                             | 10             | 0    | 2    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 32,30                        | 24   |
| Хим                         | 11             | 0    | 1    | Ц    | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 46,96                        | 22   |
|                             | 12             | 0    | 4    | Ц    | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 66,53                        | 11   |
|                             | 13*            | 0    | 12   | Ц    | 2,00  | 13 446,00                            | 8,93                          | 9127,15                 | 77,56                        | 5    |
|                             | 14             | 0    | 12   | Ц    | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 56,05                        | 14   |
|                             | 15             | 0    | 30   | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 70,13                        | 8    |
| Хим                         | 16             | 0    | 20   | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 54,96                        | 16   |
|                             | 17             | 0    | 50   | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 78,61                        | 4    |
|                             | 18             | 1    | 2    | Ц    | 1,00  | 10 030,50                            | 6,66                          | 5685,43                 | 72,51                        | 6    |
|                             | 19             | 0    | 2    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 62,37                        | 12   |
|                             | 20             | 0    | 3    | НЦ   | 0,00  | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 21,28                        | 26   |
|                             | 21             | 0    | 3    | НЦ   | 1,00  | 83,25                                | 0,06                          | 13,66                   | 21,28                        | 27   |
|                             | 22             | 1    | 2    | НЦ   | 1,00  | 33,75                                | 0,02                          | 14,76                   | 49,95                        | 19   |
| Химия                       | 1              | 3    | 10   | Ц    | 3,00  | 18 000,00                            | 11,95                         | 595,61                  | 3,96                         | 29   |
|                             | 2              | 3    | 9    | Ц    | 3,00  | 9642,86                              | 6,40                          | 1063,58                 | 13,88                        | 28   |
|                             | 3              | 3    | 10   | Ц    | 3,00  | 9000,00                              | 5,98                          | 3970,71                 | 54,73                        | 18   |
|                             | 4*             | 0,33 | 3    | НЦ   | 2,12  | 57 240,00                            | 38,00                         | 14 086,75               | 29,68                        | 25   |
|                             | 5*             | 0,5  | 2    | НЦ   | 1,48  | 4470,00                              | 2,97                          | 5373,54                 | 146,46                       | 3    |
|                             | 6*             | 1    | 3    | Ц    | 3,00  | 11 250,00                            | 7,47                          | 2685,35                 | 34,11                        | 23   |
|                             | 7*             | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1,67  | 3006,00                              | 2,00                          | 5185,31                 | 206,65                       | 2    |
| Всего                       |                |      |      |      |       | 150 624,07                           | 100,00                        | 74 620,55               | 61,00                        |      |
| Доля перспективных проектов |                |      |      |      |       |                                      | 68,05                         |                         |                              |      |

## **Выводы.**

В этом варианте общий объем инвестиций (финансирования) программы падает со 158 млрд рублей в исходном варианте и со 156 млрд рублей в предыдущем варианте до 151 млрд рублей. Удельный вес перспективных проектов резко увеличился: соответственно с 30% и 43% до 68% за счет «выхода» на верхнюю границу двух проектов самого перспективного регионального проекта – ЮР 9 (организация производства сельхозтехники для выращивания и уборки сахарной свеклы в южных регионах) и Хим. 7 (название дано выше) а также увеличения объемов проектов ЮР 13 (организация производства полиизоцианатов – перспективный полимер) в два раза по отношению к исходному уровню (но в два раза меньше, чем в предыдущем варианте) и Хим. 4 (разработка и освоение крупнотоннажных производств полимерных материалов нового поколения) более, чем в два раза по отношению к исходному уровню.

Полученный вариант общего фрагмента инвестиционной программы не представляет достаточно хорошего материала для инициирования обмена проектами и финансовыми ресурсами.

Результаты оптимизации программы с целевой функцией – рентабельность инвестиций (см. табл. 4.4).

## **Выводы**

Здесь рентабельность вырастает по отношению к исходному варианту на 45 пунктов, на 7 и на 18 пунктов по отношению к предыдущим вариантам. Потребность в инвестициях в этом варианте падает почти в два раза (неиспользованные ресурсы по отношению к исходному варианту составили 48%).

*Такой вариант целесообразен при необходимости сократить объем требуемых финансовых ресурсов, возместив эту потерю повышением эффективности обеих программ и, соответственно, повышением возможностей реинвестирования прибыли.*

Следующий вариант расчетов – многокритериальная оптимизация. Целевая функция состоит из показателей: дисконтированная прибыль, доля перспективных проектов, рентабельность инвестиций (см. таблицу 4.5). В эту таблицу добавлена графа, показывающая исходный объем проекта (здесь ИИФ – исходная интенсивность финансирования).

Таблица 4.4

**Результаты оптимизации с целевой функцией рентабельность инвестиций**

| Про-<br>грамма              | № про-<br>екта | НГ   | ВГ | Ц/НЦ | ИФ      | Объем финанси-<br>рования,<br>млн р. | Доля в финан-<br>сировании,<br>% | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабельность инвестиций |      |
|-----------------------------|----------------|------|----|------|---------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
|                             |                |      |    |      |         |                                      |                                  |                         | %                         | Ранг |
| 1                           | 2              | 3    | 4  | 5    | 6       | 7                                    | 8                                | 9                       | 10                        | 11   |
| «Юг<br>России»              | 1              | 0,5  | 3  | НЦ   | 0,50    | 908,21                               | 1,11                             | 531,98                  | 66,53                     | 10   |
|                             | 2              | 0    | 10 | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 62,09                     | 13   |
|                             | 3              | 0,5  | 3  | НЦ   | 0,50    | 208,13                               | 0,26                             | 113,96                  | 69,57                     | 9    |
|                             | 4              | 0    | 4  | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 55,97                     | 15   |
|                             | 5              | 0    | 15 | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 70,67                     | 7    |
|                             | 6              | 0,5  | 2  | НЦ   | 0,50    | 210,38                               | 0,26                             | 76,27                   | 49,66                     | 21   |
|                             | 7              | 0    | 1  | Ц    | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 54,90                     | 17   |
|                             | 8              | 0    | 5  | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 49,71                     | 20   |
|                             | 9*             | 1    | 10 | НЦ   | 10,00   | 13 095,00                            | 16,07                            | 26 096,50               | 259,60                    | 1    |
|                             | 10             | 0    | 2  | НЦ   | 1,00    | 83,25                                | 0,10                             | 23,49                   | 32,30                     | 24   |
| Хим                         | 11             | 0    | 1  | Ц    | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 46,96                     | 22   |
|                             | 12             | 0    | 4  | Ц    | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 66,53                     | 11   |
|                             | Хим            | 13*  | 0  | 12   | Ц       | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 77,56                     | 5    |
|                             | 14             | 0    | 12 | Ц    | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 56,05                     | 14   |
|                             | 15             | 0    | 30 | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 70,13                     | 8    |
| Хим                         | 16             | 0    | 20 | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 54,96                     | 16   |
|                             | 17             | 0    | 50 | НЦ   | 0,03    | 1,04                                 | 0,00                             | 0,78                    | 78,61                     | 4    |
|                             | 18             | 1    | 2  | Ц    | 1,00    | 10 030,50                            | 12,31                            | 5685,43                 | 72,51                     | 6    |
|                             | 19             | 0    | 2  | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 62,37                     | 12   |
|                             | 20             | 0    | 3  | НЦ   | 0,00    | 0,00                                 | 0,00                             | 0,00                    | 21,28                     | 26   |
|                             | 21             | 0    | 3  | НЦ   | 1,00    | 83,25                                | 0,10                             | 13,66                   | 21,28                     | 27   |
|                             | 22             | 1    | 2  | НЦ   | 1,00    | 33,75                                | 0,04                             | 14,76                   | 49,95                     | 19   |
|                             | Химия          | 1    | 3  | 10   | Ц       | 3,00                                 | 18 000,00                        | 22,10                   | 595,61                    | 3,96 |
| 2                           | 3              | 9    | Ц  | 3,00 | 9642,86 | 11,84                                | 1063,58                          | 13,88                   | 28                        |      |
| 3                           | 3              | 10   | Ц  | 3,00 | 9000,00 | 11,05                                | 3970,71                          | 54,73                   | 18                        |      |
| 4*                          | 0,33           | 3    | НЦ | 0,33 | 8910,00 | 10,94                                | 2192,75                          | 29,68                   | 25                        |      |
| 5*                          | 0,5            | 2    | НЦ | 1,50 | 4500,00 | 5,52                                 | 5409,61                          | 146,46                  | 3                         |      |
| 6*                          | 1              | 3    | Ц  | 1,00 | 3750,00 | 4,60                                 | 895,12                           | 34,11                   | 23                        |      |
| 7*                          | 0,33           | 1,67 | НЦ | 1,67 | 3006,00 | 3,69                                 | 5185,31                          | 206,65                  | 2                         |      |
| Всего                       |                |      |    |      |         | 81 462,36                            | 100,00                           | 51 869,50               | 79,39                     |      |
| Доля перспективных проектов |                |      |    |      |         |                                      | 40,83                            |                         |                           |      |



Таблица 4.5

**Результаты оптимизации с многокритериальной целевой функцией**

| Про-<br>грамма | № про-<br>екта              | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | ИИФ | ИФ   | Объем финанси-<br>рования,<br>млн р. | Доля в финан-<br>сировании, % | При-<br>быль,<br>млн р. | Рентабельность инвестиций |      |
|----------------|-----------------------------|------|------|------|-----|------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
|                |                             |      |      |      |     |      |                                      |                               |                         | %                         | Ранг |
| 1              | 2                           | 3    | 4    | 5    |     | 6    | 7                                    | 8                             | 9                       | 10                        | 11   |
| «Юг<br>России» | 1                           | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,5  | 908,21                               | 0,68                          | 531,98                  | 66,53                     | 10   |
|                | 2                           | 0    | 10   | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 62,09                     | 13   |
|                | 3                           | 0,5  | 3    | НЦ   | 1   | 0,5  | 208,13                               | 0,16                          | 113,96                  | 69,57                     | 9    |
|                | 4                           | 0    | 4    | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 55,97                     | 15   |
|                | 5                           | 0    | 15   | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 70,67                     | 7    |
|                | 6                           | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 0,5  | 210,38                               | 0,16                          | 76,27                   | 49,66                     | 21   |
|                | 7                           | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 54,90                     | 17   |
|                | 8                           | 0    | 5    | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 49,71                     | 20   |
|                | 9*                          | 1    | 10   | НЦ   | 1   | 10   | 13 095,00                            | 9,85                          | 26 096,50               | 259,60                    | 1    |
|                | 10                          | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 1    | 83,25                                | 0,06                          | 23,49                   | 32,30                     | 24   |
| Хим            | 11                          | 0    | 1    | Ц    | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 46,96                     | 22   |
|                | 12                          | 0    | 4    | Ц    | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 66,53                     | 11   |
|                | 13*                         | 0    | 12   | Ц    | 1   | 6    | 40 338,00                            | 30,35                         | 27381,44                | 77,56                     | 5    |
|                | 14                          | 0    | 12   | Ц    | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 56,05                     | 14   |
|                | 15                          | 0    | 30   | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 70,13                     | 8    |
|                | 16                          | 0    | 20   | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 54,96                     | 16   |
| Хим            | 17                          | 0    | 50   | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 78,61                     | 4    |
|                | 18                          | 1    | 2    | Ц    | 1   | 1    | 10 030,50                            | 7,55                          | 5685,43                 | 72,51                     | 6    |
|                | 19                          | 0    | 2    | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 62,37                     | 12   |
|                | 20                          | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 0    | 0,00                                 | 0,00                          | 0,00                    | 21,28                     | 26   |
|                | 21                          | 0    | 3    | НЦ   | 1   | 1    | 83,25                                | 0,06                          | 13,66                   | 21,28                     | 27   |
|                | 22                          | 1    | 2    | НЦ   | 1   | 1    | 33,75                                | 0,03                          | 14,76                   | 49,95                     | 19   |
| Химия          | 1                           | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3    | 18 000,00                            | 13,54                         | 595,61                  | 3,96                      | 29   |
|                | 2                           | 3    | 9    | Ц    | 7   | 3    | 9642,86                              | 7,26                          | 1063,58                 | 13,88                     | 28   |
|                | 3                           | 3    | 10   | Ц    | 5   | 3    | 9000,00                              | 6,77                          | 3970,71                 | 54,73                     | 18   |
|                | 4*                          | 0,33 | 3    | НЦ   | 1   | 0,5  | 13 527,00                            | 10,18                         | 3328,99                 | 29,68                     | 25   |
|                | 5*                          | 0,5  | 2    | НЦ   | 1   | 1,17 | 3495,00                              | 2,63                          | 4201,46                 | 146,46                    | 3    |
|                | 6*                          | 1    | 3    | Ц    | 2   | 3    | 11 250,00                            | 8,46                          | 2685,35                 | 34,11                     | 23   |
|                | 7*                          | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 1   | 1,67 | 3006,00                              | 2,26                          | 5185,31                 | 206,65                    | 2    |
|                | Всего                       |      |      |      |     |      | <b>132 911,32</b>                    | <b>100,00</b>                 | <b>80 968,49</b>        | <b>74,36</b>              |      |
|                | Доля перспективных проектов |      |      |      |     |      |                                      | <b>63,73</b>                  |                         |                           |      |

Как и в предыдущих вариантах, часть финансовых ресурсов переходит из отраслевой программы в региональную. Интересным для нас результатом является шестикратное увеличение проекта «Организация производства полиизоцианатов». Проект перспективный и эффективный (ранг рентабельности «5»). При условии его передачи в отраслевую программу он становится самым большим и достигает 30% всего объема финансовых ресурсов, выделенных на весь фрагмент.

Южный административный округ фактически получает большой проект, реализуемый на его территории, в значительной степени финансируемый за счет средств отраслевой программы.

### ***Расчеты по варианту № 2***

В предыдущем варианте в процессе компромисса региональной программе пришлось поделиться финансовыми средствами с отраслевой программой. Здесь проведены расчеты по уже сформированной отраслевой программе (7 проектов).

Исходные данные представлены в табл. 4.6.

В табл. 4.7 представлены характеристики проектов, существенно влияющие на результаты оптимизации. Как видно из таблицы, несмотря на то, что все проекты относятся к одной отрасли, их характеристики существенно различаются. Рентабельность оборота (отношение прибыли к объему продукции) по региональным проектам в основном уступает проектам химической промышленности. Коэффициент оборота капитала (отношение объема продукции к производственным фондам или к сумме инвестиций без учета фактора времени) региональных проектов в основном выше этого показателя по проектам отраслевой программы. В результате рентабельность капитала по этим проектам оказалось более высокой. Рентабельность инвестиций (отношение дисконтированной прибыли к дисконтированным инвестициям) по тем же проектам еще выше. Здесь также приведены данные по годовому объему промышленной продукции (ПП) и по годовой сумме налогов при выходе на проектную мощность (ПМ).

В таблице 4.8 представлены результаты оптимизации. Мы видим, что и в этом варианте происходит существенное увеличение вложений в привлеченные проекты (ХимЮг12, ХимЮг13, ХимЮг18), что делает их полноценными элементами отраслевой программы.

Еще раз отметим, что исходные объемы региональных проектов небольшие и по характеру их изменений они непрерывные, что дает возможность им в большей степени, чем другим, влиять на структуру программы. Происходит это как за счет их изменения (в данном случае увеличения) в объеме, так и передвижения во времени.

Таблица 4.6

**Исходные данные по 7-ми проектам «Стратегии...»  
и 3-м проектам программы «Юг России»**

| Стратегия   | № проек-та | Порция инвести-ций, млн руб. | Кол-во порций | Объем фи-нансиро-вания, млн руб. | НГ   | ВГ   | Ц/НЦ | Дисконти-рованная прибыль, млн руб. | Объем фи-нансирова-ния дискон-тер, млн р. | Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млн руб. | Годовая сумма нало-гов при выходе на ПМ |      |
|-------------|------------|------------------------------|---------------|----------------------------------|------|------|------|-------------------------------------|---|---|---|------|
|             |            |                              |               |                                  |      |      |      |                                     |   |   | млн руб.                                | ранг |
| 1           | 2          | 3                            | 4             | 5                                | 6    | 7    | 8    | 9                                   | 10  | 11  | 12                                      | 13   |
| Химия       | 1          | 6000,00                      | 5             | 30 000,00                        | 3    | 10   | Ц    | 1559,77                             | 25 042,49                                 | 3000,00                                     | 208,35                                  | 8    |
|             | 2          | 3214,29                      | 7             | 22 500,00                        | 3    | 9    | Ц    | 3899,42                             | 17 883,68                                 | 7492,50                                     | 74,38                                   | 9    |
|             | 3          | 3000,00                      | 5             | 15 000,00                        | 3    | 10   | Ц    | 10 398,46                           | 12 092,59                                 | 15 000,00                                   | 250,80                                  | 6    |
|             | 4*         | 27 000,00                    | 1             | 27 000,00                        | 0,33 | 3,00 | НЦ   | 11 181,41                           | 22 385,12                                 | 18 009,00                                   | 1505,04                                 | 1    |
|             | 5*         | 3000,00                      | 1             | 3000,00                          | 0,50 | 1,50 | НЦ   | 5024,13                             | 2462,42                                   | 4500,00                                     | 439,88                                  | 5    |
|             | 6*         | 3750,00                      | 2             | 7500,00                          | 1    | 3    | Ц    | 3207,96                             | 5248,00                                   | 4500,00                                     | 219,94                                  | 7    |
|             | 7*         | 1800,00                      | 1             | 1800,00                          | 0,33 | 1,67 | НЦ   | 4465,99                             | 1502,55                                   | 3600,00                                     | 470,88                                  | 4    |
| «Юг России» | 12         | 155,25                       | 1             | 155,25                           | 0    | 4    | Ц    | 116,93                              | 134,49                                    | 155,25                                      | 10,36                                   | 10   |
|             | 13*        | 6723,00                      | 1             | 6723,00                          | 0    | 12   | Ц    | 6081,91                             | 5884,21                                   | 6723,00                                     | 522,49                                  | 3    |
|             | 18         | 10 030,50                    | 1             | 10 030,50                        | 1    | 2    | Ц    | 7768,71                             | 6747,17                                   | 10 030,50                                   | 738,66                                  | 2    |
|             | Всего      |                              |               | <b>123 708,75</b>                |      |      |      | <b>53 704,69</b>                    | <b>99 382,72</b>                          | <b>73 010,25</b>                            | <b>4440,78</b>                          |      |

Таблица 4.7

*Характеристики проектов*

| Стратегия   | № проек-та | Рентабельность обо-рота |      | Кoeffи-циент оборота капитала | Рентабельность капи-тала |      | Рентабельность инве-стиций |      | На единицу инвестиций             |      |   |      |
|-------------|------------|-------------------------|------|-------------------------------|--------------------------|------|----------------------------|------|-----------------------------------|------|---|------|
|             |            | %                       | ранг |                               | %                        | ранг | %                          | ранг | годовой объем ПП при выходе на ПМ |      | годовая сумма нало-гов при выходе на ПМ |      |
|             |            |                         |      |                               |                          |      |                            |      | %                                 | ранг | %                                       | ранг |
| 1           | 2          | 3                       | 4    | 5                             | 6                        | 7    | 8                          | 9    | 10                                | 11   | 12                                      | 13   |
| Химия       | 1          | 15,00                   | 9    | 0,10                          | 1,20                     | 10   | 6,23                       | 10   | 10,00                             | 10   | 0,69                                    | 9    |
|             | 2          | 15,02                   | 8    | 0,33                          | 5,00                     | 9    | 21,80                      | 9    | 33,30                             | 9    | 0,33                                    | 10   |
|             | 3          | 20,00                   | 4    | 1,00                          | 20,00                    | 3    | 85,99                      | 6    | 100,00                            | 3    | 1,67                                    | 8    |
|             | 4*         | 20,00                   | 4    | 0,66                          | 13,30                    | 8    | 49,95                      | 8    | 66,70                             | 7    | 5,57                                    | 6    |
|             | 5*         | 25,00                   | 2    | 1,50                          | 37,50                    | 2    | 204,03                     | 2    | 150,00                            | 2    | 14,66                                   | 2    |
|             | 6*         | 25,00                   | 2    | 0,60                          | 15,00                    | 6    | 61,13                      | 7    | 60,00                             | 8    | 2,93                                    | 7    |
|             | 7*         | 30,00                   | 1    | 2,00                          | 60,00                    | 1    | 297,23                     | 1    | 200,00                            | 1    | 26,16                                   | 1    |
| «Юг России» | 12         | 14,00                   | 10   | 1,00                          | 14,00                    | 7    | 86,94                      | 5    | 100,00                            | 3    | 6,67                                    | 5    |
|             | 13*        | 17,90                   | 6    | 1,00                          | 17,90                    | 4    | 103,36                     | 4    | 100,00                            | 3    | 7,77                                    | 3    |
|             | 18         | 16,50                   | 7    | 1,00                          | 16,50                    | 5    | 115,14                     | 3    | 100,00                            | 3    | 7,36                                    | 4    |



## 5. МИНИМИЗАЦИЯ ДИСПРОПОРЦИЙ В ПРОЦЕССЕ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ УЧАСТНИКОВ ПРОГРАММЫ

### *Методика оценки вариантов модификации структуры инвестиционной программы*

В результате оптимизации структуры инвестиционной программы может оказаться, что отдельные показатели, принятые в качестве индикаторов, не достигли необходимого уровня. Это ожидаемо, т.к. имея в потенциале задачу многокритериальной оптимизации, трудно надеяться на одновременное достижение «наилучших» (или заранее заданных) результатов по всей совокупности «локальных» критериев. В этом случае для оценки возможности вариантов достижения приемлемого для лица, принимающего решение, уровня отклонения от «запланированного», а также «цены» каждого из вариантов можно предложить воспользоваться возможностями такого направления математического программирования как целевое программирование (goal programming) [23, 24]. В этом случае возможно «довести» значения показателей (индикаторов) до необходимого уровня, заданного либо путем фиксации показателя, либо ограниченного определённым диапазоном; кроме того, возможно минимизировать дополнительные ресурсы, необходимые для решения этих задач. Очевидно, что в этом случае допускаются минимальные изменения в структуре инвестиционной программы.

Поясним кратко основные подходы, применяемые для решения стоящей задачи в рамках возможностей, представляемых базовым набором методов целевого программирования. Используя стандартную для линейного программирования систему обозначений параметров и переменных модели (где  $c^T$ ,  $x$  – векторы-столбцы размерности  $m$ ;  $A$  – матрица размерности  $n \times m$  (технологическая матрица);  $b$  – вектор-столбец размерности  $n$ ), задачу многокритериальной линейной оптимизации в общем виде можно записать следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} \max \{z_1 = c^1 x\}; \\ \max \{z_2 = c^2 x\}; \\ \vdots \\ \max \{z_k = c^k x\}; \end{array} \right\}$$

$$\begin{cases} a^1 x \leq b_1; \\ a^2 x \leq b_2; \\ \vdots \\ a^m x \leq b_m; \\ x \geq 0, \end{cases} \quad (5.1)$$

где  $z_k$  –  $k$ -я функция оценки эффективности изучаемой системы. Или в матричной форме:

$$\begin{aligned} \max \{z = Cx\}; \\ Ax \leq b; \\ x \geq 0. \end{aligned}$$

Идея целевого программирования (ЦП), в отличие от других методов многокритериальной оптимизации (например, итеративных человеко-машинных процедур, методов векторной оптимизации), заключается в установлении некоего предельного порогового уровня достижения целей по каждому из критериев. Отличительными от традиционного линейного программирования чертами методов целевого программирования являются возможности:

- 1) спецификации критериев как заданных уровней целей;
- 2) придания приоритетных весов достижения отдельных целей;
- 3) включения в систему ограничений задачи переменных-невязок, являющихся мерой отклонения от целевых (пороговых) уровней;
- 4) минимизации взвешенных сумм переменных отклонений с целью найти решения, наилучшим образом удовлетворяющие заданной системе приоритетов.

Задачи, требующие решения на основе целевого программирования, могут быть реализованы с помощью различных математических моделей, однако в качестве базовых подходов рассматриваются два: модели, использующие переменные невязок и модели с экзогенно заданными приоритетами. В общем случае такие модели строятся на следующих принципах:

- 1) каждый приоритет (индикатор) может породить одно целевое ограничение;
- 2) целевая функция представляет собой взвешенную сумму переменных нежелательных отклонений от заданного целевого показателя (индикатора);
- 3) переменные отклонений (невязки) входят в систему ограничений;
- 4) веса целевых показателей назначаются либо априорно, либо в процессе рассмотрения вариантов решений задачи, либо они отсутствуют, т.е. достижение всех целей со стороны исследователей признаётся одинаково важным;

5) задачи целевого программирования с весами можно решать, используя традиционные методы математического программирования (линейного, целочисленного, частично целочисленного и др.).

Представим характерные примеры задач с различными требованиями на уровни целевых индикаторов («не меньше, чем», «равно», «не более»). Эти требования в стандартных обозначениях задачи линейного программирования имеют следующее представление:

$$z_1 = c^1 x, \quad z_1 \geq t_1;$$

$$z_2 = c^2 x, \quad z_2 \geq t_2;$$

$$z_3 = c^3 x, \quad z_3 \geq t_3;$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

В обобщённом виде формулировка задачи в форме модели, использующей переменные невязок ( $\Delta$ ) с весовыми коэффициентами, ( $w$ ) имеет следующий вид:

$$\min \{w_1 \cdot \Delta_1 + w_2 \cdot \Delta_2^+ + w_2 \cdot \Delta_2^- + w_3 \cdot \Delta_3\},$$

$$\left. \begin{aligned} c^1 x + \Delta_1 &\geq t_1; \\ c^2 x - \Delta_2^+ + \Delta_2^- &= t_2; \\ c^3 x + \Delta_3 &\geq t_3; \end{aligned} \right\}$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

Задача, записанная в таком виде, является стандартной задачей линейного программирования.

*Модели с экзогенно заданными приоритетами* допускают различные варианты задания предпочтительности достижения целевых установок. Часто применяют так называемый лексикографический метод назначения приоритетов. Он предполагает, что цели с высшим (первым) уровнем приоритета считаются бесконечно важными по сравнению с целями приоритетов второго уровня, цели со вторым уровнем – бесконечно важными по сравнению с целями третьего уровня и т.д.

В общем виде задача с лексикографическим заданием приоритета формулируется следующим образом:

$$z_1 = c^1 x, \quad P_1(z_1 \leq t_1);$$

$$z_2 = c^2 x, \quad P_2(z_2 \leq t_2);$$

$$z_3 = c^3 x, \quad P_3(z_3 \leq t_3);$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ ,



где  $P_j$  указывает цели с уровнем приоритета  $j$ . Предполагается, что  $P_j \gg P_{j+1}$ , т.е. приоритет цели  $j$  «много больше», чем цели  $j + 1$ .

В лексикографической форме задача имеет следующее представление:

$$\text{lex min } \{\Delta_1, \Delta_2, (\Delta_3^+ + \Delta_3^-)\},$$

$$\left. \begin{array}{l} c^1x - \Delta_1 \leq t_1; \\ c^2x + \Delta_2 \leq t_2; \\ c^3x - \Delta_3^+ + \Delta_3^- \leq t_3; \end{array} \right\}$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

Решение этой задачи с помощью стандартных пакетов ЛП может потребовать три этапа оптимизации. На первом – решается задача максимального достижения первого по приоритету критерия, т.е.

$$\min \{\Delta_1\},$$

$$c^1x - \Delta_1 \leq t_1,$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

Если в этой задаче есть альтернативные оптимумы, то мы формулируем и решаем задачу второго этапа:

$$\min \{\Delta_2\},$$

$$c^1x \leq t_1 - \Delta_1^*;$$

$$c^2x + \Delta_2 \geq t_2;$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ ,

где  $\Delta_1^*$  – оптимальное значение переменной  $\Delta_1$ , найденное на первом этапе. Если в задаче второго этапа есть альтернативные оптимумы, то формулируем и решаем задачу третьего этапа:

$$\min \{\Delta_3^+ + \Delta_3^-\},$$

$$c^1x \leq t_1 - \Delta_1^*;$$

$$c^2x \geq t_2 - \Delta_2^*;$$

$$c^3x - \Delta_3^+ + \Delta_3^- = t_3;$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

Любое решение задачи третьего этапа определяет лексикографический минимум в задаче целевого программирования с приоритетами. Может оказаться ненужным решать столько задач оптимизации, сколько имеется уровней приоритета.

Число этапов может быть меньшим, если на каком-то этапе обнаружится единственное решение. Таким образом, своеобразие этого подхода заключается в том, что ряд критериев могут не иметь шанса влиять на финальное решение. Одна из возможностей избежать этого – использовать *метод последовательных уступок*.

Метод последовательных уступок допускает привнесение элементов интерактивности в процесс решения задач целевого программирования с приоритетами. В качестве примера воспользуемся ранее рассмотренной задачей с приоритетами. После решения задачи первого приоритета требуется обновить целевое ограничение, используя уступку:

$$c^1 x \leq t_1 + \Delta_1^* + \tilde{\Delta}_1,$$

где  $\Delta_1^*$  – оптимальное значение переменной  $\Delta_1$ , найденное на первом этапе;  $\tilde{\Delta}_1$  – допустимая величина уступки по соответствующему критерию, определяемая лицом, принимающим решение, т.е. экзогенно. Очевидно, что успешность применения такого подхода зависит от правильности выбора величин  $\tilde{\Delta}$ , которые назначаются пользователем перед очередным этапом решения задачи.

Если какой-то уровень приоритета включает отклонения от нескольких целей, то один из возможных способов постановки задачи – *минимизация максимального отклонения*, что требует введения специальной переменной –  $\alpha$ . Критерий на рассматриваемом уровне приоритета приобретает вид  $\min \{\alpha\}$ . При этом в задачу следует ввести столько дополнительных ограничений, сколько имеется переменных отклонений на рассматриваемом уровне приоритета. Например, рассматривается следующая задача:

$$\begin{aligned} z_1 &= c^1 x, & P_1(z_1 = t_1); \\ z_2 &= c^2 x, & P_2(z_2 \geq t_2); \\ z_3 &= c^3 x, & P_2(z_3 \geq t_3); \\ z_4 &= c^4 x, & P_2(z_4 \geq t_4); \end{aligned}$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

Требование минимизации отклонений для приоритетов первого уровня запишется следующим образом:

$$\begin{aligned} \min \{ & \Delta_1^+ + \Delta_1^- \}; \\ c^1 x - & \Delta_1^+ + \Delta_1^- = t_1; \end{aligned}$$

при  $x \in \{Ax \leq b \mid x \geq 0\}$ .

На втором этапе, решается задача минимизации максимального отклонения:

$$\begin{aligned} & \min \{ \alpha \}; \\ & c^1 x = t_1 + (\Delta_1^+)^* - (\Delta_1^-)^*; \\ & c^2 x + \Delta_2 \geq t_2; \\ & c^3 x + \Delta_3 \geq t_3; \\ & c^4 x + \Delta_4 \geq t_4; \\ & \Delta_2 \leq \alpha; \\ & \Delta_3 \leq \alpha; \\ & \Delta_4 \leq \alpha; \end{aligned}$$

при  $x \in \{ Ax \leq b \mid x \geq 0 \}$ .

Здесь  $\alpha$  – дополнительная служебная переменная, которая в процессе минимизации на втором шаге вычислений для приоритетов второго уровня минимизирует наибольшее из отклонений  $\{ \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4 \}$ .

На решение задач целевого программирования большое влияние оказывают масштабы, в которых измеряются целевые показатели. Если уровни измерения различных целей существенно отличаются, это значительно искажает решение задачи. Чтобы не допустить этого, применяют методы масштабирования, предназначенные для приведения «пространства целей» к единому масштабу измерения. Простым и эффективным методом масштабирования является так называемое «сбалансированное шкалирование» [25], он состоит в следующем.

Пусть  $C$  – матрица, строками которой являются коэффициенты целевых ограничений;  $g$  – вектор-столбец, составленный из правых частей целевых ограничений. Тогда, каждая строка матрицы  $C$  масштабируется таким образом, чтобы наибольший по модулю коэффициент этой строки был равен единице. Поэтому каждая строка умножается на величину, обратную максимальному по модулю элементу данной строки, т.е.

$$\begin{aligned} \hat{C} &= R \cdot C; \\ \hat{g} &= R \cdot g \end{aligned}, \text{ где } R = \begin{pmatrix} \frac{1}{r_1} & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & \frac{1}{r_i} & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & \frac{1}{r_n} \end{pmatrix}, \text{ а } r_i = \max_j \{ |C_{i,j}| \},$$

здесь  $\hat{C}$  и  $\hat{g}$  – масштабированные значения соответствующих показателей.

Применимость предлагаемых методик доказана на расчётном материале [26, 27, 28].

Очевидно, что все методы целевого программирования гарантируют получение решения, в случае корректной записи условия (5.1). Однако сравнение приведённых методов решения задач целевого программирования говорит о том, что *метод минимизации невязок*, во-первых, является минимально трудозатратным в получении оптимального варианта компромисса частных целей системы, во-вторых, сама система невязок оптимального плана несёт дополнительную полезную информацию для лица, принимающего решение. В качестве примера обобщённой базовой постановки задачи целевого программирования, реализованной с помощью метода минимизации невязок, можно привести следующий базовый вариант модели [29].

Базовый вариант модели согласования интересов участников инвестиционных программ

Приведем пример формализованного варианта постановки задачи согласования ресурсных и целевых параметров. В самом общем виде задача может быть сформулирована следующим образом:

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^T \lambda^1 \Delta^t + \sum_L \lambda^2 (\Delta_1^l + \Delta_2^l) \rightarrow \min; \\ & \sum_{j=1}^n a_j^t x_j \leq b^t + \Delta^t, \text{ для } \forall t = \overline{1, T}; \\ & \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j \geq r_l - \Delta_1^l, \forall l \in L^1 = \cap L_k^1, \text{ где } k = \overline{1, K}; \\ & \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j \leq r_l + \Delta_2^l, \forall l \in L^2 = \cap L_k^2, \text{ где } k = \overline{1, K}; \\ & \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j = r_l - \Delta_{01}^l + \Delta_{02}^l, \forall l \in \{L^{01}; L^{02}\} = \cap L_k^0, \text{ где } k = \overline{1, K}; \\ & 0 \leq x_j \leq 1, \forall j \in J, \end{aligned}$$

где  $a_j^t$  – потребности  $j$ -го проекта в инвестициях в  $t$ -м периоде ( $t = \overline{1, T}$ );  $k$  – индекс активного субъекта соответствующей управленческой иерархии или звена  $k = \overline{1, K}$ ;  $L_k$  – множество желаемых целевых состояний для  $k$ -го субъекта программы, включая Центр (их более дробная индексация связана с условиями достижения соответствующего значения целевого показателя);  $l$  – индекс целевого показателя;  $c_{lj}$  –

удельный вклад  $j$ -го проекта в достижение  $l$ -го показателя;  $r_l$  – пороговое (нормативное, желаемое) значение  $l$ -го целевого показателя;  $b^t$  – вектор валовых объемов финансирования в  $t$ -м периоде (без указания источника финансирования);  $\lambda^1, \lambda^2$  – коэффициенты приведения фактических отклонений значений абсолютных показателей к сопоставимому виду (иногда могут быть приняты за единицу);  $x_j$  – индикатор включения  $j$ -го проекта в программу;  $\Delta^t$  – дополнительный объем инвестиций в  $t$ -й момент времени;  $\Delta_{0;1;2}$  – вектора возможных величин невязки по значению  $l$ -го целевого показателя (индексы 0, 1 и 2 связаны с требованиями, налагаемыми на условия достижения соответствующего целевого показателя: «равно», «не меньше», «не больше»).

По своей постановке данная задача будет иметь решение всегда. Его анализ позволяет детально рассмотреть проблему общей совместимости целевых требований, предъявляемых к результатам реализации программы, в режиме диалога оценить их допустимые корректировки. Разработанный модельный комплекс позволяет легко оценивать всю совокупность погрешностей сформированной программы, связанных как с ее ресурсным обеспечением, так и с волюнтаризмом в целях развития. Основная цель проведения переговорного процесса на этапе формирования программы – нахождение компромисса его участников, связанного с допустимыми корректировками параметров матриц  $C = (c_{lj})$ ,  $A = (a_j^t)$  и вектора  $R = (r_l)$ . Они носят, условно говоря, экстенсивный и интенсивный характер (возможны и промежуточные варианты). В первом случае, не существует никаких способов достижения заданных целевых индикаторов, т.е. можно только изменить их уровень. Во втором – привлекая дополнительные объемы финансирования, можно добиться выхода на заданные целевые параметры. В этой связи встает проблема эффективного привлечения и распределения инвестиций для реализации программы. Здесь дается возможность решения ряда задач. Наиболее востребованные следующие: 1) определение совокупного размера объема финансирования программы, обеспечивающего согласование интересов субъектов программы при достижении зафиксированной системы индикаторов; 2) определение объема внебюджетных средств централизованного фонда поддержки программы, обеспечивающего согласование интересов субъектов программы при достижении зафиксированной системы индикаторов; 3) определение совокупного объема привлеченных негосударственных инвестиций, обеспечивающих целевые ориентиры программы; 4) решение задачи с

учетом заданной структуры централизованного финансирования (государственные капиталовложения, НИОКР, прочие нужды) и др.

Проиллюстрируем применение методов оптимизации, основанных на применении человеко-машинных процедур, а также методов и алгоритмов целевого программирования, в частности, методов минимизации невязок и минимаксной оптимизации.

### ***Применение методов оптимизации к решению задач со многими целевыми индикаторами***

Для иллюстративных расчетов и построения моделей взяты проекты из программ «Юг России» (раздел программы «Развитие промышленности») и «Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности до 2015 года». Считаем, что все проекты соответствуют целям и задачам программы, критериям допустимости и включены в процедуру дальнейшего отбора. Продолжительность всех проектов не более 8 лет, причём вложения в проекты делаются только в первые пять лет. В качестве исходной информации для каждого проекта взяты:

- объёмы финансирования по годам;
- удельный объём промышленного производства при единичном финансировании проекта;
- прибыль и дисконтированная прибыль для каждого проекта при его единичном финансировании;
- верхняя и нижняя границы финансирования;
- условие целочисленности финансирования проекта.

Исследуется проблема соотношения дисконтированной прибыли, объёма промышленного производства и эффективности, под которой понимается рентабельность инвестиций. Таким образом, в качестве оптимизационных критериев могут выступать:

- дисконтированная прибыль (млн руб.);
- объём промышленного производства (млн руб.);
- рентабельность инвестиций (%).

Общая постановка задачи укладывается в задачу многокритериальной оптимизации. Для её решения необходимо определить, какой из методов решения задач оптимизации будет использоваться и в каком виде будет представлена критериальная функция. Для тестирования практической пригодности алгоритмов мно-

гокритериальной оптимизации были определены наибольшие значения показателей дисконтированной прибыли, рентабельности и объёма производства, которые могут быть достигнуты при имеющемся объёме и распределении финансирования по годам. Далее решались следующие задачи.

1. Задача на максимизацию дисконтированной прибыли при имеющемся объёме инвестиций. Общая постановка задачи выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n c_{pj} x_j &\rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n a_j^t x_j &\leq b^t, \\ m_j^H &\leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j, \end{aligned} \quad (5.2)$$

где  $a_j^t$  – потребности  $j$ -го проекта в инвестициях в  $t$ -м периоде;  $b^t$  – предполагаемая величина выделяемых инвестиций в  $t$ -м периоде;  $c_{pj}$  – удельный вклад  $j$ -ого проекта в достижение  $p$ -го показателя;  $x_j$  – объём вложений в проект  $j$ ;  $m_j^H$ ,  $m_j^B$  – нижняя и верхняя границы интенсивности финансирования проекта  $j$ ;  $n$  – общее количество проектов;  $t = \overline{1, T}$ .

2. Задача на максимизацию рентабельности вложений при имеющемся объёме инвестиций (математическая запись аналогична (5.2)).

3. Задача на максимизацию объёма производства при имеющемся объёме инвестиций (математическая запись аналогична (5.2)).

Первые три задачи были решены с помощью метода лексикографической оптимизации. Результаты представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Максимальные показатели дисконтированной прибыли, дисконтированной рентабельности инвестиций и объёма промышленного производства**

| Значение показателя                         | Дисконтированная прибыль, млн руб. | Рентабельность инвестиций, % | Объём промышленного производства, млн руб. |
|---|------------------------------------|------------------------------|--|
| Задача                                      |                                    |                              |  |
| Максимизация прибыли (задача 1)             | 91 686,19                          | 58,89                        | 710 707,10                                 |
| Максимизация рентабельности (задача 2)      | 80 033,62                          | 65,15                        | 583 855,55                                 |
| Максимизация объёма производства (задача 3) | 91 384,22                          | 59,81                        | 719 883,71                                 |

Далее для решения задач последовательного улучшения значений отдельных критериев или их групп могут быть использованы различные алгоритмы решения задач многокритериальной оптимизации. Рассмотрим следующие: метод главного критерия (субоптимизации), метод последовательных уступок, целевое программирование и метод взвешенных сумм. Во всех этих методах необходимо привлечение ЛПР. Например, при применении метода субоптимизации только ЛПР может сказать, какая из целевых функций будет добавлена в ограничение и какое граничное значение она может принимать. В методе последовательных уступок ЛПР определяет возможную уступку по критерию, в методе взвешенных сумм – коэффициенты в целевой функции, в методе целевого программирования – уровни допустимости отклонений от заданных целей.

4. Задача на максимизацию дисконтированной прибыли при добавлении функции рентабельности в ограничения.

Математическая постановка задачи выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=1}^n c_{pj} x_j \rightarrow \max, \\
 & \sum_{j=1}^n a_j^t x_j \leq b^t, \\
 & \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j \begin{bmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{bmatrix} r_l, \\
 & m_j^H \leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j,
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

где  $j$  – индекс целевого показателя.

5. Задача на максимизацию дисконтированной прибыли при заданном уровне рентабельности и при увеличении финансирования не более чем на  $n\%$  (в контрольном примере приняли за  $5\%$ ). Математическая модель примет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=1}^n c_{pj} x_j \rightarrow \max, \\
 & \sum_{j=1}^n a_j^t x_j \leq b^t + \Delta^t, \\
 & \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j \begin{bmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{bmatrix} r_l,
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Delta^t &\leq u^t, \\ m_j^H &\leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j, \end{aligned} \quad (5.4)$$

где  $\Delta^t$  – дополнительный объём финансирования в  $t$ -м периоде;  $u^t$  – максимально возможный объём финансирования в  $t$ -м периоде.

6. Задача на минимизацию объёма дополнительного финансирования для достижения необходимых показателей дисконтированной прибыли и рентабельности вложений.

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T \Delta^t &\rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^n a_j^t x_j &\leq b^t + \Delta^t, \\ \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j &\begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} r_l, \\ m_j^H &\leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j. \end{aligned} \quad (5.5)$$

7. Задача поиска оптимального соотношения дополнительного объёма вложений с получаемой дисконтированной прибылью.

$$\begin{aligned} -\lambda_1 \sum_{t=1}^T \Delta^t + \lambda_2 \sum_{j=1}^n c_{pj} x_j &\rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n a_j^t x_j &\leq b^t + \Delta^t, \\ \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j &\begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} r_l, \\ \lambda_1 + \lambda_2 &= 1, \\ m_j^H &\leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j, \end{aligned} \quad (5.6)$$

где  $\lambda_1, \lambda_2$  – весовые коэффициенты.

8. Задача на максимизацию рентабельности инвестиций при добавлении функции дисконтированной прибыли в ограничения. Математическая постановка задачи аналогична (5.3).

9. Задача на максимизацию рентабельности инвестиций при заданном значении дисконтированной прибыли и при увеличении финансирования не более чем

на  $n\%$  (в контрольном примере приняли за 5%). Математическая постановка задачи аналогична (5.5).

10. Задача на максимизацию рентабельности инвестиций при добавлении функции промышленного производства в ограничения. Математическая постановка задачи аналогична (5.3)

11. Задача на минимизацию объёма дополнительного финансирования для достижения необходимых показателей рентабельности вложений и объёма промышленного производства. Математическая постановка задачи аналогична (5.5).

12. Задача на минимизацию объёма дополнительного финансирования для достижения максимальных значений по всем показателям. Математическая постановка задачи аналогична (5.5).

13. Задача на минимизацию невязок по объёму финансирования, дисконтированной прибыли и объёму промышленного производства. Модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T \Delta^t + \sum_l (\Delta_1^l + \Delta_2^l) &\rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^n a_j^t x_j &\leq b^t + \Delta^t, \\ \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j &\begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} r_l - \Delta_1^l + \Delta_2^l, \\ m_j^H &\leq x_j \leq m_j^B, \quad \forall j, \end{aligned} \tag{5.6}$$

где  $\Delta_{1,2}^l$  – возможная величина невязки по значению  $l$ -го показателя.

В результате использования комплекса методов можно получить сбалансированный результат, удовлетворяющий ЛПР. Проведение всей серии экспериментов дало 13 вариантов весьма отличных друг от друга решений (так, например, диапазон количества объектов согласуемых программ составил от 17 до 23, что, разумеется, сопровождается соответствующими значениями объёмов дополнительного финансирования и значительным разбросом показателей эффективности общей инвестиционной программы).

Было решено 13 задач многокритериальной оптимизации, позволяющих тем или иным образом согласовать интересы участников целевых программ «Юг России» и «Химическая промышленность». Объединим полученные результаты в общую табл. 5.2. Как из неё видно, все полученные решения разные. Значение дис-

дисконтированной прибыли варьируется от 80 млрд до 106 млрд руб. Значение рентабельности инвестиций разбросано от 58,89 до 65,15%.

Наиболее удачным, на взгляд авторов, оказался 7 вариант, в котором целевой функцией являлась линейная свёртка из невязок по финансированию и функции дисконтированной прибыли. Значение рентабельности в данном варианте превысило 63%, практически не осталось неиспользованных ресурсов. В итоге 21 из 28 проектов включены в Программу.

Что касается метода решения подобных задач, то метод введения невязок оказался очень эффективным. Он позволяет определить минимальный дополнительный объём вложений, необходимый для достижения поставленных целей, или минимальное снижение значений показателей, в случае, если при заданном финансировании значения этих показателей недостижимы, что позволяет более эффективно согласовывать интересы участников крупных инвестиционных программ.

Рассчитанные варианты финансирования программы могут служить базой для принятия решения, в каком объёме и какие проекты финансировать. Для выбора одного варианта или их упорядочивания в дальнейшем возможно построение функции ценности. Окончательное решение о выборе варианта финансирования, которое будет зависеть от возможности привлечения дополнительного финансирования, необходимости уменьшения или увеличения определённых показателей, должно приниматься руководством Программы.

Таблица 5.2

**Сравнительные результаты решения задач 1–13**

|   | (1)     | (2)     | (3)     | (4)     | (5)     | (6)     | (7)     | (8)     | (10)    | (11)    | (12)    | (13)    |        |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Дисконтированная прибыль, млн руб.                      | 91 686  | 80 034  | 91 384  | 87 189  | 89 811  | 91 686  | 99 379  | 91 686  | 101 464 | 106 133 | 106 133 | 86 832  |        |
| Объём промышленного производства, млн руб.              | 710 707 | 583 856 | 719 884 | 660 524 | 686 095 | 708 373 | 783 559 | 707 720 | 863 860 | 868 839 | 868 839 | 667 490 |        |
| Рентабельность инвестиций, %                            | 58,89   | 65,15   | 59,81   | 63      | 63      | 63,13   | 63,56   | 62,13   | 59,84   | 63,00   | 63,00   | 63,00   |        |
| Объём вложенных средств, млн руб.                       | 155 697 | 122 845 | 152 796 | 137 968 | 142 556 | 145 245 | 156 355 | 147 581 | 169 563 | 168 466 | 168 466 | 137 828 |        |
| Неиспользованные ресурсы/дополнительное финансирование  | 2 008   | 34 861  | 4 909   | 19 737  | 15 149  | 12 460  | 1 350   | 10 124  | -11 858 | -10 761 | -10 761 | 19 877  |        |
| Объём дополнительного финансирования по годам, млн руб. | 2008    | –       | –       | –       | –       | 1420,98 | 2 127   | 6 999   | 1 421   |         | 14 167  | 14 167  | 14 947 |
|   | 2009    | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       |         | 121     | 121     | 1 423  |
|   | 2010    | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       |         | –       | –       | –      |
|   | 2011    | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       | 343     |         | –       | –       | –      |
|   | 2012    | –       | –       | –       | –       | –       | –       | –       | 393     |         | 945     | 945     | 723    |
| Количество включённых проектов в Программу              | 20      | 17      | 21      | 18      | 19      | 18      | 21      | 19      | 23      | 21      | 21      | 21      |        |
| из них проектов из химической отрасли                   | 14      | 12      | 13      | 12      | 13      | 12      | 13      | 12      | 13      | 12      | 12      | 14      |        |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маевский И.В. Тяжелая промышленность СССР в первые годы социалистической индустриализации (1926–1929). М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959.
2. Блинков Б. Химическая промышленность СССР. М.; Ленинград: Государственное химико-техническое издательство, 1932.
3. Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности на период до 2015 года. Утверждена приказом Минпромэлектро России от 14 марта 2008 г. № 119 // <http://www.minprom.gov.ru>.
4. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. Ч. 1. М.: Государственное издательство политической литературы, 1953.
5. Маевский И.В. Технический прогресс и рост производительности труда. М.: Экономиздат, 1963.
6. Кистанов В. В., Копылов Н. В. Региональная экономика. М.: Финансы и статистика, 1989.
7. Татевосян Г.М. Анализ динамики промышленного производства в регионах России // Актуальные социально экономические проблемы регионов России: Сборник статей. М.: ЦЭМИ РАН, 2005.
8. Локшин. Э.Ю. Очерк истории промышленности СССР. М.: Государственное издательство политической литературы, 1956.
9. Лященко П.И. История народного хозяйства СССР. Т. III: Социализм. М.: Государственное издательство политической литературы, 1956.
10. Татевосян Г.М., Писарева О.М., Седова С.В. Государственные инвестиционные программы в реальном секторе как инструмент реализации антикризисной и структурной политики // <http://www.econorus.org/congress.phtml>, 2009 г.
11. 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.
12. Татевосян Г.М. Принципы обоснования и реализации региональных программ среднего уровня (межрегиональных программ) // Механизм обоснования межрегиональных программ и смежные вопросы. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.
13. Татевосян Г.М. К проблеме эффективности больших инвестиционных программ // Материалы двенадцатого всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий». Секция 4. М.: ЦЭМИ РАН, 2011.
14. Седова С.В. Компьютерная поддержка разработки, анализа и корректировки межрегиональных экономических программ // Механизм обоснования межрегиональных программ и смежные вопросы. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.

15. 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.
16. Писарева О.М. Разработка модели формирования крупномасштабных инвестиционных программ: прогноз и оптимизация структурных и объёмно-календарных параметров // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012): Материалы пятой международной конференции (1–3 октября 2012, г. Москва, Россия). Т. I. М.: ИПУ РАН, 2012.
17. 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.
18. 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.
19. 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, 2007.
20. 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.
21. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982.
22. Гольштейн Е.Г., Борисова Э.П., Дубсон М.С. Диалоговая система анализа многокритериальных задач // Экономика и математические методы. 1990. Т. 26. Вып. 4.
23. Charnes A., Cooper W., Ferguson R. Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming // Management Science. 1955. № 1. P. 138–151.
24. Dantzig G., Thapa M. Linear Programming. Springer, 1997.
25. Jones D., Tamiz M. Practical Goal Programming. Springer, 2010.
26. Писарева О. М. Моделирование согласования интересов в рамках прогнозно-аналитического комплекса инструментальной поддержки региональных целевых программ экономического развития // Научное, экспертно-аналитическое и информаци-

онное обеспечение стратегического управления, разработки и реализации приоритетных национальных проектов и программ. Сб. науч. тр. М.: ИНИОН РАН, 2009.

27. Писарева О.М. Обоснование механизма согласования интересов Центра и хозяйствующих субъектов в рамках региональных социально-экономических программ // Механизм обоснования региональных программ среднего уровня и смежные вопросы. М.: ЦЭМИ РАН, 2007.
28. 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 / Сборник научных трудов под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 22. М.: ЦЭМИ РАН, 2011. С. 146–154.
29. 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/
30. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2005.
31. Муртаф Б. Современное линейное программирование. М.: Мир, 1984.
32. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992.

## ИЗДАНИЯ ЦЭМИ РАН

2012 г.

Препринты. Новая серия

1. **Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю.** Методология оценки человеческого капитала компании (на примере научной организации) / Препринт # WP/2012/291. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 56 с. (Рус.)
2. **Сушко Е.Д.** Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация / Препринт # WP/2012/292. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 54 с. (Рус.)
3. **Бороздин И.И.** Российский выбор экономической модели в условиях глобализма / Препринт # WP/2012/293. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 44 с. (Рус.)
4. **Наринян Н.Е.** Исследование влияния курса валют на эффективность производства промышленных предприятий в России / Препринт # WP/2012/294. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 76 с. (Рус.)
5. **Мартынов Г.В., Малков У.Х., Ермакова И.Г.** Динамическая модель сбалансированности финансовых потоков макроэкономики / Препринт # WP/2012/295. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 70 с. (Рус.)
6. **Волконский В.А.** О поисках новой «Тверди» или нужна ли еще философия / Препринт # WP/2012/296. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 55 с. (Рус.)
7. **Дементьев В.Е.** Длинные волны в экономике: инвестиционный аспект / Препринт # WP/2012/297. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 59 с. (Рус.)

## Книги

1. **Стратегическое планирование и развитие предприятий.** В 5 т. / Материалы Тринадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 10–11 апреля 2012 г. Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 960 с.
2. **Стратегическое планирование и развитие предприятий** / Пленарные доклады Двенадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 12–13 апреля 2011 г. Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 84 с.
3. **Многомерный статистический анализ и эконометрика** / Труды VIII-й Международной школы-семинара. / Под ред. С.А. Айвазяна. / Цахкадзор, 2012 г. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 216 с.
4. **Теория и практика институциональных преобразований в России** / Сборник научных трудов под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 23. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 181 с. (Рус., англ.)
5. **Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических процессов** / Сборник статей под ред. Ю.Н. Гаврильца. Вып. 5. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 115 с. (Рус.)
6. **Анализ и моделирование экономических процессов** / Сборник статей под ред. В.З. Беленького. Вып. 9. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 163 с. (Рус.)
7. **Развитие технологий и инструментальных средств информационной безопасности.** Вып. 2. / Сборник статей под ред. А.М. Терентьева. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 78 с. (Рус.)
8. **Теория и практика институциональных преобразований в России** / Сборник научных трудов под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 24. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 160 с. (Рус., англ.)
9. **Теория и практика институциональных преобразований в России** / Сборник научных трудов под ред. Б.А. Ерзнкяна. Вып. 25. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 160 с. (Рус., англ.)



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.)

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.

Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences  
Publications

**2012**  
Working papers

1. **Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu.** The Methodology of Company's Human Capital Estimation (for Scientific Organizations) / Working paper # WP/2012/291. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 56 p. (Rus.)
2. **Sushko E.D.** Multiagent Model of the Region: the Concept, Design and Implementation / Working paper # WP/2012/292. – Moscow, CEMI Russian Academy of Science, 2012. – 54 p. (Rus.)
3. **Borozdin I.I.** Russian Choice of Economical Model under Influence of Globalism / Working paper # WP/2008/293. – Moscow, CEMI Academy of Science, 2012. – 44 p. (Rus.)
4. **Narinyan N.E.** Investigation of the Impact of Exchange Rate on the Efficiency of Industrial Enterprises in Russia / Working paper # WP/2008/294. – Moscow, CEMI Academy of Science, 2012. – 76 p. (Rus.)
5. **Martynov G.V., Malkov U.H., Ermakova I.G.** Dynamic Model of Balance of Financial Flows in Russian Macro-economics / Working paper # WP/2012/295. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 70 p. (Rus.)
6. **Volkonsky V.A.** Searching a New Spiritual Ground or is the Philosophy Still Wanting / Working paper # WP/2012/296. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 55 p. (Rus.)
7. **Dementiev V.E.** Long Waves in the Economy: Investment Aspect / Working paper # WP/2012/297. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 59 p. (Rus.)

Books

1. **Strategic Planning and Evolution of Enterprises.** 5 issues / Materials. Thirteenth Russian Symposium. Moscow, April 10–11, 2012. – Moscow, CEMI RAS, 2011. – 960 p.
2. **Strategic Planning and Evolution of Enterprises** / Twelve Russian Symposium. Moscow, April 12–13, 2011. Ed. by G.B. Kleiner. – Moscow, CEMI RAS, 2012. – 84 p.
3. **Theory and Practice of Institutional Reforms in Russia** / Collection of scientific works ed. by B.H. Yerznkyan. Issue 23. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 181 p. (Rus., Eng.)
4. **Multivariate statistical analysis and econometrics** / Proceedings of VIII-th International School-Seminar / Ed. by S.A. Aivazian. Town of Tsakhadzor, Republic of Armenia. – M.: CEMI RAS, 2012.
5. **Mathematical and Computer Modeling of Socio-Economic Processes** / The Collection of Articles ed. by Y.N. Gavrillets. Issue 5. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 115 p. (Rus.)
6. **Analysis and Modeling of Economic Processes** / The Collection of Articles ed. by V.Z. Belenky. Issue 9. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 163 p. (Rus.)
7. **Development of Information Security Technologies and Toolkits** / The Collection of Articles ed. by A.M. Terentiev. Issue 2. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 78 p. (Rus.)
8. **Theory and Practice of Institutional Reforms in Russia** / Collection of scientific works ed. by B.H. Yerznkyan. Issue 24. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 160 p. (Rus., Eng.)
9. **Theory and Practice of Institutional Reforms in Russia** / Collection of scientific works ed. by B.H. Yerznkyan. Issue 25. – Moscow, CEMI Russian Academy of Sciences, 2012. – 160 p. (Rus., Eng.)

## 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.)

### 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.