



В.Н. ДЯКИН,
В.Г. МАТВЕЙКИН,
Б.С. ДМИТРИЕВСКИЙ

ОПТИМИЗАЦИЯ
УПРАВЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫМ
ПРЕДПРИЯТИЕМ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

Научное издание

ДЯКИН
МАТВЕЙКИН
ДМИТРИЕВСКИЙ

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Монография

Редактор М. А. Евсейчева
Компьютерное макетирование М. А. Филатовой

Подписано в печать 8.01.04
Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Объем: 4,88 усл. печ. л.; 4,50 уч.-изд. л.
Тираж 400 экз. С. 6^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14
Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

В.Н. ДЯКИН, В.Г. МАТВЕЙКИН, Б.С. ДМИТРИЕВСКИЙ

**ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Монография

Тамбов
Издательство ТГТУ
2004

УДК 65.011.1
ББК У9(2)28
О62

Рецензент:
Доктор экономических наук, профессор
В.Д. Жариков
Доктор экономических наук, профессор
Н.И. Куликов

Дякин В.Н., Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С.

О62 Оптимизация управления промышленным предприятием: Монография / Под научн. ред. д-ра экон. наук Б.И. Герасимова. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 84 с.

В монографии рассмотрены вопросы оптимизации распределения производственных ресурсов промышленного предприятия на базе социально-экономической теории и эволюционного метода познания.

Предназначена для научных работников и специалистов в области математических и инструментальных методов экономики, а также аспирантов и студентов экономических специальностей высших учебных заведений.

УДК 65.011.1
ББК У9(2)28

ISBN 5-8265-0268-1

© Дякин В.Н., Матвейкин В.Г.,
Дмитриевский Б.С., 2004
© Тамбовский Государственный
технический университет
(ТГТУ), 2004

ВВЕДЕНИЕ

Вследствие того, что российская экономика находится в стадии роста, возникает необходимость в стратегическом и долгосрочном планировании развития промышленных предприятий, являющихся главной структурной составляющей экономики страны, определяющей ее будущее.

Важным моментом становится то, что в результате расширения рынков сбыта продукции возникает потребность в расширении ресурсной базы предприятия в целях удовлетворения возрастающих рыночных запросов. При этом необходимо связать воедино сильные стороны предприятия с точки зрения его ресурсов и уникальных технологических возможностей и потребности рынка в конечной продукции с учетом сопутствующих затрат.

Необходимость распределения ограниченных ресурсов ставит задачу стратегического управления и выбора оптимального долгосрочного плана развития, позволяющего получить максимальную прибыль для всего промышленного предприятия в современных рыночных условиях на обозримом горизонте планирования. При этом, нужно учитывать как внутренние, технологические, так и внешние, рыночные, факторы, влияющие на предприятие. Существующие подходы к проблеме оптимального распределения ресурсов предприятия не учитывают в полной мере влияние рыночной среды.

Проблема оптимального управления промышленным предприятием вообще является одной из ключевых как в рамках классической экономической теории, так и в работах современных отечественных и зарубежных ученых. При этом рассматриваются две главные проблемы экономики: "Что производить?" и "Как производить?", применительно к промышленному предприятию. Необходимо решить задачи определения состава и объемов продукции (с учетом функции спроса), а также состава и объемов производственных ресурсов с учетом инвестиций на их увеличение относительно первоначальных параметров некоторого предприятия так, чтобы его совокупная прибыль была максимальной.

Кроме того, важно использовать математические методы, приспособленные для решения данной специфической задачи, и информационные технологии, позволяющие автоматизировать процесс получения оптимального решения при значительной размерности исходных данных в приемлемые с точки зрения менеджмента сроки. При этом, следует предусмотреть возможность интегрирования данной системы поддержки принятия решений в общую корпоративную информационную систему предприятия, загружая из нее исходные данные и возвращая управляющие воздействия, являющиеся следствием нахождения оптимального решения.

К зарубежным экономистам, заложившим основы теории фирмы и ее поведения в рыночных условиях можно отнести А. Смита, Д. Рикардо, А. Маршалла, П. Дугласа, Ч. Кобба, Р. Солоу, Л. Вальраса. Суть данных работ составляет подход с точки зрения равенства (минимизации разницы) предельного дохода и предельных издержек. Он является ключевым при определении оптимального для фирмы объема и соответствующей цены продукции. Отечественные ученые-экономисты, развивавшие теорию поведения предприятия в рыночных условиях, следующие: С.В. Гусаков, А.Б. Залесский, С.В. Жак, В.А. Колемаев, Ю.В. Овсиенко, С.И. Серов, В.М. Тарасевич, Д.С. Чернавский.

Однако в реальных экономических расчетах возникают технические сложности с точным определением наилучшего варианта решения задачи. Подходы, применяемые в этих работах, применяются, как правило, для каждого продукта в отдельности. При этом возникает отрыв от всех технологических возможностей предприятия в комплексе. Данный момент является очень важным для средних и крупных предприятий, имеющих в своем распоряжении разнообразные технологические цепочки и определяющих возможности их применения с учетом актуальных требований рынка сбыта. Ряд продуктов может иметь сходные технологии производства, реализованные или планируемые к реализации на конкретном предприятии. Поэтому возникает задача управления, связанная с выбором из альтернативных вариантов производства наиболее оптимальных не только самих по себе, но и в совокупности с остальным портфелем продукции всего предприятия с учетом имеющихся ресурсов. Это становится особенно важным в контексте современных условий российской экономики с наличием крупных промышленных предприятий, построенных в свое время без учета реальных рыночных потребностей как внутри страны, так и на зарубежных рынках. Эти предприятия обладают значительным технологическим потенциалом, который, как правило, недоиспользуется или же используется недостаточно эффективно.

Поэтому, другим направлением исследования, рассмотренным в рамках монографии, стали подходы, основы которых заложили Л.В. Канторович, Д. Данциг, Р. Беллман. Они связаны с проблемой оптимального с точки зрения некоторого критерия распределения ограниченных ресурсов, что также является ключевой задачей экономической теории и рационального ведения хозяйства. Данная задача была поставлена и решена в рамках теории принятия решений (в зарубежной терминологии – исследования операций). Подходы к ее решению, сформулированные данными основоположниками, до сих пор находят свое отражение, в том числе и в рамках рыночной системы хозяйствования, в работах современных экономистов, таких как К.А. Багриновский, С.В. Седова, Д.С. Львов, В.Г. Медницкий, А.А. Мицель, О.В. Каштанова.

Третьим направлением, связанным с указанной тематикой исследования, является проблема оценки эффективности инвестиционных вложений в расширение ресурсных возможностей как предприятия в целом, так и отдельных его проектов. Здесь следует выделить работы, В.З. Бельского, В.Н. Лившица, А.С. Плещинского, С.А. Смоляка, Г.М. Татевосяна, В.А. Кардаша, С.В. Арженовского.

Работы по второму и третьему направлениям имеют точки соприкосновения, связанные с проблемой выбора из альтернативных вариантов инвестиционных проектов, распределения ресурсов по продуктам и т.п., оптимальных по тому или иному критерию. В целом следует сказать, что работы по данным направлениям, каждая в отдельности, отражают ту или иную стороны проблемы данного исследования в разной степени адекватности. Ключевым недостатком большинства работ является их оторванность от первого направления исследования, т.е. проблемы выбора такого распределения ресурсов предприятия, которое позволило бы произвести оптимальный объем производства продукции по всему предприятию с учетом функции спроса и платности ресурсов. В ряде работ проблема ставится только в краткосрочном периоде, не учитывая специфики циклов жизни товаров и сроков службы мощностных производственных ресурсов.

Цели исследования заключаются в следующем:

- разработка математической модели процесса долгосрочного планирования и оптимального управления промышленным предприятием на заданном горизонте планирования, учитывающей одновременно рыночные требования по продукции, ресурсы, а также возможные инвестиции на увеличение ресурсов;
- разработка методов и алгоритмов, позволяющих найти решение указанной выше математической модели;
- создание системы поддержки принятия решений, реализующей разработанные методы и алгоритмы.

В работе были рассмотрены следующие проблемы:

- описание промышленного предприятия как объекта управления;
- определение основных факторов, влияющих на общую прибыль промышленного предприятия в условиях рыночной экономики;
- оценка классических и современных методологий оптимального планирования деятельности промышленного предприятия, выявление их достоинств и недостатков;
- выбор математической модели, отражающей современные рыночные реалии;
- разработка алгоритмов решения задачи распределения производственных ресурсов;
- создание системы поддержки принятия решений по формированию оптимального портфеля инвестиционных проектов предприятия.

Глава 1

МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

1.1 ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Промышленное предприятие – одна из ключевых составляющих экономики страны, определяющая



ее будущее. В связи с данной потребностью, существует большое количество публикаций по тематике экономики предприятия как отечественных [21, 26, 36, 50, 57], так и зарубежных авторов [44, 48]. Рассмотрим его как объект управления, выявим основные элементы.

Системами, состоящими из взаимосвязанных и взаимозависимых элементов, являются экономика в целом, отрасль промышленности и, наконец, предприятие. Вместе с тем к сложным системам относятся комплексы функций и виды деятельности, осуществляемые на предприятиях. Как единую, сложную систему можно рассматривать всю деятельность предприятия, которая состоит из сети менее сложных подсистем [36].

Современная наука считает промышленное предприятие системой деятельности, т.е. выделенным из общественно-экономической среды самоорганизующимся комплексом элементов (персонал, машины и оборудование, материальные и финансовые ресурсы), связанных между собой цепью причинно-следственных взаимоотношений и управляемых на основе получаемой и передаваемой информации в целях достижения конечного результата. Функционирование системы в данном случае сводится к движению информации, энергии, ресурсов. При этом преобразуются определенные входы (например, материалы, информация, инструменты, финансовые средства) для получения желаемых выходов (готовая продукция или услуги, информация, прибыль) [44].

Предприятие как система состоит из управляемой и управляющей подсистем, соединенных между собой каналами передачи информации (рис. 1.1). В качестве управляемой подсистемы предприятия выступает совокупность производственных процессов, реализация которых обеспечивает изготовление продукции или оказание услуг. Это обстоятельство требует деления управляемой системы на подсистемы в соответствии с характером протекающих на предприятии процессов [36]:

- подготовки производства и освоения новой продукции;
- производственных процессов;
- производственной инфраструктуры;
- обеспечения качества продукции;

Рис. 1.1 Схема управления предприятием

- материально-технического снабжения;
- сбыта и реализации продукции.

Управляющая подсистема представляет собой совокупность взаимосвязанных методов управления, реализуемых людьми с помощью технических средств, обеспечивающих эффективное функционирование производства.

Функцию управления (менеджмента) можно разбить на пять основных составляющих: планирование, организация, мотивация, контроль, учет, реализация которых осуществляется циклически [32].

Предприятие обладает рядом черт, которые характеризуют его как систему. К ним относятся открытый характер предприятия по отношению к внешней среде, его комплексность, динамизм, саморегулирование [47].

Предприятие необходимо рассматривать как открытую систему, которая тесно взаимодействует с внешней средой. Для предприятия внешней средой являются: экономика страны и мира в целом, другие предприятия и организации, органы управления, зарубежные фирмы, учебные заведения, потребители продукции и услуг, поставщики сырья, материалов и т.д. – все те части внешнего для предприятия мира,

которые с ним взаимодействуют и связаны с ним договорными отношениями или обменом ресурсами, продукцией и информацией.

Предприятию как системе присуща и комплексность, которая определяется сложностью его целей и задач, а также высоким разнообразием протекающих на предприятии процессов производства и управления. Предприятие представляет собой динамичную систему, обладающую способностью изменяться, развиваться, переходить из одного качественного состояния в другое с целью достижения определенных целей, оставаясь системой.

Наконец, предприятие – это саморегулирующаяся система, которая может приспособиться, в определенных пределах, как к внутренним, так и внешним воздействиям и возмущениям.

Предприятие как система обладает свойством целостности. Другими словами, предприятие в целом – это нечто большее, чем сумма составляющих ее частей. Чтобы все элементы и подсистемы производственной системы воссоединились в единое целое, в комплексную систему, ее необходимо организовать, т.е. спроектировать, построить и обеспечить функционирование интегрированной системы предприятия [36, 48].

Объектом управления является социально-экономическая система. Она создается из совокупности элементов: людей, оборудования, материальных, финансовых и информационных ресурсов и др.

Субъектом управления предприятия выступает административно-управленческий персонал, который посредством взаимосвязанных методов управления обеспечивает эффективную деятельность предприятия.

Объектом управления на предприятии является также его деятельность, под которой понимается выполнение функций предприятия: хозяйственной, социальной, экономической. Предметом управления выступают ресурсы предприятия и состав выпускаемой продукции. Управление ресурсами предусматривает установление уровней расхода, направления и сроки использования на производство того или иного конечного продукта, режим потребления и т.д. При этом должно обеспечиваться оптимальное значение выбранной целевой функции (например, максимум объема продаж, прибыли, минимум издержек и т.д.) [36].

Центральным пунктом теории управления является процесс принятия решений. Наука управления направлена на повышение эффективности организации путем увеличения способности руководителей к принятию обоснованных объективных решений в ситуациях большой сложности с помощью математических моделей и количественных методов. Модели в этом случае выступают как средства для достижения эффективного управления путем учета максимально возможного количества факторов, оказывающих влияние на объект управления.

Таким образом, промышленное предприятие, как объект управления, обладает свойствами открытости по отношению к внешней среде, комплексности, динамизма, саморегулирования. Это характеризует предприятие как открытую сложную систему.

Заострим внимание на проблеме оптимального планирования как основного составляющего системы управления промышленным предприятием.

Планирование деятельности предприятия заключается в обработке информации по обоснованию предстоящих действий и определению наилучших способов достижения намеченных предприятием целей [36].

Необходимость планирования деятельности вновь встает перед промышленными предприятиями в связи с развитием экономических отношений в России за последние годы. Это становится особенно важным при вступлении в систему мирового производства и торговли с высоким уровнем конкурентной борьбы. Поэтому следует максимально точно и оптимально, с точки зрения поставленных перед предприятием целей, планировать его деятельность. "Тот, кто неудачно планирует, планирует неудачу" [50, с. 107].

Спланировать деятельность предприятия – значит определить основные направления и пропорции развития производства с учетом имеющихся материальных, трудовых, мощностных и информационных ресурсов на основе наиболее полного выявления требуемых рынком видов товаров, объемов их производства и сроков продаж.

Существует два подхода к пониманию сущности планирования: широкий и узкий. В широком понимании планирование состоит в принятии комплекса решений (управлений), относящихся к будущим событиям. Такие решения могут быть связаны с постановкой целей и задач развития предприятия, разработкой стратегии, распределением и перераспределением ресурсов, определением стандартов поведения предприятия в предстоящем периоде. В узком понимании планирование сводится к составлению

специальных документов – планов, определяющих конкретные действия предприятия по осуществлению принятых решений. Эти два подхода представляют собой две стороны технологии планирования – выработка будущих управлений и разработка конкретных планов по их реализации [36].

В настоящее время планирование деятельности является экономической основой свободных рыночных отношений всех хозяйственных субъектов и экономических объектов с различными формами собственности. Посредством планирования обеспечивается необходимое равновесие между производством и потреблением продукции, величиной рыночного спроса на товары и объемом их предложения предприятием на макроэкономическом уровне.

На уровне предприятия планирование призвано обеспечить выпуск высококачественной продукции в необходимых количествах и номенклатуре на основе эффективного и рационального использования ресурсов, а также взаимоувязку деятельности отдельных структурных подразделений.

Главной целью планирования является обеспечение эффективного функционирования и развития предприятия. Реализация данной цели предполагает решение следующих задач:

- предвидение вероятных рыночных тенденций и соответствующая им корректировка производственной программы предприятия;
- исследование требований потребителей и формирование программы, ориентированной на их запросы;
- обеспечение выпуска продукции более высокого качества;
- непрерывное повышение эффективности производства на основе дальнейшей специализации и кооперирования;
- выявление и мобилизация внутренних ресурсов производства;
- применение наиболее экономичных технологий и оборудования;
- согласование действий с поставщиками, потребителями, посредниками предприятия и направленность этих действий на достижение взаимовыгодных результатов.

Планирование деятельности предприятия должно осуществляться согласно следующим принципам: конкретности и измеримости планов, маржинальности, временной ориентации, гибкости, непрерывности, комплексности, непротиворечивости и обязательности исполнения [17, 18, 36, 57].

Использование планирования, передовых методов разработки и контроля выполнения плана – основной путь развития современного производственного менеджмента.

Таким образом, план – это целевое описание последовательно связанных действий и событий, в котором поэтапно от начального этапа и до конца планового периода характеризуется обязательное качественное и количественное состояние планируемого объекта. Цели и задачи плана на всех этапах его исполнения увязываются с ресурсами, необходимыми для получения заданного результата. С помощью обратной связи (ведение учета и отчетности, информационные сигналы и потоки в иерархии управления снизу вверх) ведется контроль исполнения плана, а при необходимости в него вносятся коррективы.

Технология планирования включает [57]:

- 1) определение и обоснование основной цели и вытекающих из нее задач предприятия (стадия предплановых разработок);
- 2) оформление поставленной задачи, установление конкретных показателей и заданий для исполнителей;
- 3) детализацию задания по видам и объемам работ, конкретным исполнителям, в том числе по рабочим местам и срокам исполнения;
- 4) детальные расчеты затрат и получаемых результатов по этапам и на весь период планирования;
- 5) организацию и контроль исполнения плана (актуализация).

Для разработки плана специалистам по планированию требуется соответствующая информация. Помимо прогнозных и маркетинговых данных, т.е. в основном внешней информации, в органы планирования поступает большой объем внутренней информации [26, 57]:

- наличие и структура производственных мощностей, потенциальные возможности переналадки оборудования на выпуск новых изделий;
- кадры, их численность и профессиональный состав;
- финансы (в том числе собственные и заемные средства);
- наличие и потребность в оборотных средствах (включая запасы);
- степень готовности и структура новых научно-технических разработок и др.

В итоге, для осуществления эффективного планирования деятельности промышленного предприятия необходимо оптимальным образом соотносить требования внешней и внутренней по отношению к объекту управления – предприятию – среды. Это обуславливает необходимость применения системного подхода к решению поставленной задачи.

Составление плана деятельности предприятия начинается с подготовки проекта отдельных его частей:

- плана производства и сбыта продукции;
- плана материально-технического снабжения;
- плана по персоналу;
- инвестиционного плана;
- финансового плана.

План производства и реализации (сбыта) продукции является основой (рис. 1.2), на которой разрабатываются все остальные части общего плана предприятия и его подразделений [36]. Это самый ответственный и трудоемкий раздел плана деятельности предприятия [57]. Прежде чем приступить конкретно к разработке этого раздела, надо четко выяснить – какую продукцию следует изготавливать и сколько, кто и по какой цене будет ее покупать.

Таким образом, ключевым и основополагающим для развития промышленного предприятия является формирование обоснованного и оптимального по достижению целей предприятия плана производства и реализации (сбыта) продукции. В нем находят отражение разнообразная внутренняя и внешняя по отношению к объекту управления (предприятию) информация.

На основе данных прогноза и маркетинговых исследований функциональные отделы предприятия

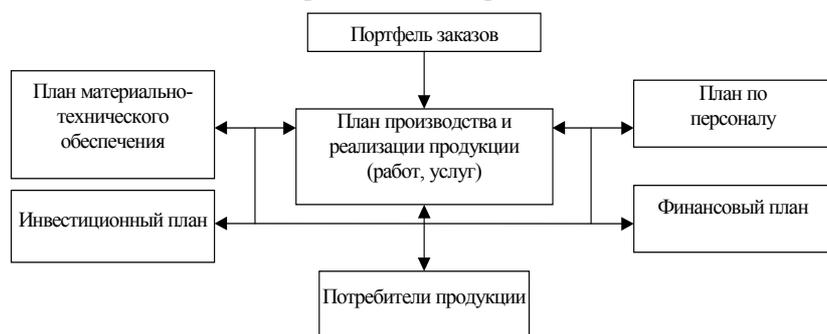


Рис. 1.2 Место плана производства и сбыта в системе планирования деятельности предприятия

(инженерные, экономические, кадровые) приступают к разработке отдельных по их назначению частей плана предприятия. Продолжительность периода, на который разрабатываются долгосрочные планы, для различных предприятий не одинакова. Она определяется:

- жизненным циклом изделия;
- масштабом производства на предприятии;
- динамикой конъюнктуры рынка, на котором действует предприятие;
- государственной политикой, в том числе наличием государственных программ в сфере деятельности предприятия;
- прочими факторами внешней и внутренней среды.

Возникает следующая задача: для конкретного предприятия, обладающего определенными ресурсами и технологиями на момент начала планирования, разработать оптимальный с точки зрения целевой функции план производства и сбыта, учитывающий ограничения, накладываемые внешней и внутренней по отношению к предприятию средой.

В зависимости от содержания, целей и задач можно выделить следующие формы планирования в зависимости от длительности планового периода [36]:

- долгосрочное (перспективное);
- среднесрочное;
- текущее планирование.

Государственная политика и правительственные программы развития экономики дают предприятию ориентиры, в рамках которых предприятие выстраивает свои планы на перспективу. В настоящее время долгосрочные планы обычно разрабатываются на период от трех до пяти лет, но чаще на пять лет. Выбор пятилетнего периода для разработки долгосрочных планов определяется усредненным жизненным циклом многих изделий и допустимым горизонтом экономического предвидения. В странах, которые строят государственную экономическую политику на основе методов государственного планирования (Франция, Индонезия, Южная Корея, Китай и др.), как правило, по примеру СССР используется пятилетний период. К концу XX в. Франция, в частности, приступила к реализации проектов девяти – десятилетнего, а Южная Корея – восьмилетнего плана развития национальной экономики [57].

Среднесрочное планирование осуществляется на период от одного года до пяти лет. На некоторых предприятиях среднесрочное планирование совмещается с текущим. В этом случае составляется так называемый скользящий пятилетний план, в котором первый год детализируется до уровня текущего плана.

Текущее планирование охватывает период до одного года и включает полугодичное, квартальное, месячное, недельное (декадное), суточное планирование.

Действия по развитию предприятий связаны с кратко- (в смысле отдачи) и долгосрочными капитальными вложениями [23].

Формы планирования в зависимости от содержания плановых решений следующие [17, 18, 36]:

- стратегическое;
- тактическое;
- оперативно-календарное.

Суть стратегического планирования [17] заключается в разработке и принятии перспективных решений (в форме прогнозов, проектов программ и планов), реализация которых обеспечит эффективность функционирования предприятия в долгосрочной перспективе, его быструю адаптацию к изменяющимся условиям внешней среды. В процессе стратегического планирования принимаются решения о том, как расширить свой бизнес, какие усилия следует предпринимать для удовлетворения рыночного спроса, на каких рынках лучше действовать, какую продукцию выпускать и т.д.

Тактическое планирование [18] предполагает составление среднесрочных планов, в которых конкретизируются стратегия развития предприятия, методы и формы ее реализации. Результатом тактического планирования является план экономического и социального развития предприятия, представляющий собой комплексную программу производственной, хозяйственной и социальной деятельности предприятия на соответствующий период.

Оперативно-календарное планирование включает составление краткосрочных планов, в которых содержится детальная разработка инструментов воздействия на производственный процесс. На этапе оперативного планирования устанавливаются текущие производственные задания отдельным цехам, участкам и рабочим местам, осуществляются разнообразные организационно-управленческие воздействия для корректировки процесса производства и др. [36].

В условиях рыночных отношений фирма стремится при помощи гибких методов управления обеспечить непрерывный рост производства и сбыта продукции и на этой основе гарантировать собственное процветание. Жесткое планирование производства на перспективу при этом не оправдывает себя. Требуется долгосрочная целевая программа быстрого реагирования, связанная с конъюнктурой рынка и конкуренцией, возможностями изменений характеристик выпускаемой продукции в соответствии со спросом [57].

Система долгосрочного планирования предполагает оценку будущих периодов путем экстраполяции сложившихся тенденций роста показателей. При таком подходе предполагается, что в будущем темпы улучшения результатов работы предприятия будут аналогичны сложившимся средним.

"Система стратегического планирования предполагает оценку будущих периодов путем анализа перспектив развития предприятия, рисков, шансов, которые могут изменить сложившиеся тенденции, применяемые в долгосрочном планировании. Основные составляющие стратегического планирования – анализ конкурентов и определение состава продукции" [40, с. 149].

Тогда имеет смысл применять эти два подхода последовательно от более общего, стратегического, к более детальному и конкретному долгосрочному планированию.

"В настоящее время для большинства промышленных предприятий помимо проблемы "выживания", важнейшей задачей является выработка оптимальной инвестиционной политики" [23, с. 107].

"Современной методологией формирования на научной основе стратегических и внутрифирменных планов деятельности любой фирмы является методология бизнес-планирования. Ее реализация должна осуществляться на постоянной и регулярной основе" [50, с. 116].

Бизнес-план – это проектное решение на достаточно отдаленную перспективу, в котором дается количественно обоснованная оценка возможных на данном рынке экономических, финансовых, трудовых, производственных, социальных и экологических результатов деятельности предприятия, базирующихся на реальном производственном, инвестиционном, материально-техническом, организационном обеспечении [50].

Методическая составляющая бизнес-планирования достаточно исчерпывающе проработана [11, 13, 15, 23 – 25, 28, 33, 39, 43, 55]. При этом учитывается не только российский, но и мировой опыт. Разработаны официальные методические рекомендации по оценке инвестиций и бизнес-планированию [33].

Такое внимание к методике бизнес-планирования не только со стороны авторов, но и конечных пользователей (работников экономической сферы общества) показывает ее удобство и качество получаемых с ее помощью результатов. Предприятие, осуществляющее производство и сбыт продукции, потребляющее различного рода ресурсы на рынке, занимает центральное место в системе бизнес-планирования.

Бизнес-план рекомендуется составлять на отрезок времени, равный трем – пяти годам (реже на 10 лет вперед). При этом степень детализации плана различна. Обычно рекомендуется для первых двух лет формировать потоки денежных средств и рассчитывать показатели эффективности с ежемесячной или с поквартальной разбивкой, а последующие годы не рассматриваются более детально [33].

Бизнес-план является постоянно действующим управленческим документом. При этом он должен постоянно обновляться (актуализироваться) по мере реализации намеченного плана и поступления фактических данных. Он отражает изменения, происходящие не только внутри фирмы, но на рынках ресурсов и продукции предприятия, а также рамках национальной и даже мировой экономики в целом (индекс инфляции, курс валют, стоимость привлечения финансовых ресурсов) [33, 50].

Центральными элементами в системе бизнес-планирования являются проект и инвестиционный проект (ИП).

Проект – это комплект документов, содержащих формулирование цели предстоящей деятельности и определение комплекса действий, направленных на ее достижение, и сам этот комплекс действий (работ, услуг, приобретений, управленческих операций и решений), направленных на достижение сформулированной цели, т.е. как документацию и как деятельность [33].

Инвестиционный проект – обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством РФ и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описанием практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план). Инвестиционный проект всегда порождается некоторым проектом (понимаемым в смысле второго определения), обоснование целесообразности и характеристики которого он содержит [27, 33].

Бизнес-план подобен стратегическому плану, который также охватывает достаточно длительный отрезок времени. Однако стратегический план обычно не содержит количественных оценок плановых показателей деятельности фирмы. Поэтому при реализации стратегического и долгосрочного планирования следует использовать технологию бизнес-планирования, как унифицированную, глубоко проработанную и отражающую все стороны процесса планирования будущей деятельности промышленного предприятия [50].

В современной экономике бизнес-план является рабочим документом, используемым практически во всех сферах предпринимательства и коммерции для самых разнообразных действий.

Главное достоинство бизнес-плана заключается в том, что он предназначен для количественной оценки будущего предприятия с учетом всех факторов, которые возможно отразить в денежных потоках от рассматриваемых проектов предприятия. Таким образом, осуществляется стратегическое управление фирмой на основе максимально возможного состава сведений как о внешней среде, так и о внутренней.

В западных компаниях в последние 10 – 15 лет бизнес-план используется не только как инструмент для привлечения инвестиций, но и, что не менее важно, как главная основа внутрифирменного перспективного и текущего планирования [50].

Главная цель разработки бизнес-плана – сформулировать или уточнить основную концепцию развития фирмы, т.е. спланировать производственную, хозяйственную, сбытовую, экономическую, финансовую, инвестиционную, социальную и экологическую деятельность на ближайший и достаточно отдаленный периоды времени в строгом соответствии с потребностями целевого рынка и реальными возможностями приобретения необходимых видов ресурсов [33, 50].

БИЗНЕС-ПЛАН ФИРМЫ ОБЕСПЕЧИВАЕТ РЕШЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ:

- установление общих направлений деятельности предприятия, выбор экономически наиболее выгодных рынков сбыта и определение возможного места на них;
- выбор состава продукции (а также их параметров), которые предприятие будет производить и продавать на этих рынках, оценка затрат по их производству и сбыту;

- обоснование долгосрочных и краткосрочных целей фирмы, стратегии и тактики их осуществления;
- формирование структуры основных фондов и персонала предприятия, отвечающих будущим требованиям рынков сбыта, создание на их базе новых технологических цепочек и др.

Таким образом, планирование деятельности предприятия можно представить как формирование портфеля инвестиционных проектов и его корректировку (актуализацию) при осуществлении запланированного бизнес-плана всего предприятия. Инвестиционный портфель предприятия составляет на некоторый период времени, который назовем горизонтом планирования. Портфель состоит из определенного набора отдельных инвестиционных проектов, предусматривающих производство и сбыт определенного набора продуктов, взаимосвязанных с точки зрения технологии их производства.

Возникает задача определения набора инвестиционных проектов, которые в сумме дадут конкретному предприятию результат, оптимальный с точки зрения выбранных критериев.

Сущность стратегического управления (менеджмента) сводится к нахождению ответов на вопросы [57]:

- как выбрать стратегическую цель предприятия, которая бы не создавала препятствий решению текущих задач, связанных с ситуацией на рынке?
- как сформировать и распределять внутри предприятия материальные, трудовые и финансовые ресурсы, чтобы, ориентируясь на стратегические цели, предприятие могло эффективно реагировать на текущие изменения и новые внешние тенденции?

Современное понимание стратегии обуславливается необходимостью сохранять максимальную гибкость предприятия [40]. Стратегия касается лишь процесса формирования общей идеи будущего. Она не затрагивает его деталей и компонентов. При этом стратегическая цель жестко не увязывается со структурой и состоянием имеющихся ресурсов, учитывая неизбежные изменения. Например, не устанавливается полная зависимость от размера и структуры ресурсов и текущей производственной специализации.

Предприятие может поставить не одну, а несколько стратегических целей. Но в любом случае для достижения таких целей вовсе необязательно задействовать все структуры и звенья предприятия, расходовать все имеющиеся ресурсы.

Данный подход называют стратегическим управлением. Главным ориентиром для всех компонентов стратегического управления является соотношение "предприятие – среда – ситуация". Это соотношение определяется самой сущностью стратегии как метода сохранения равновесия предприятия в его взаимодействии с внешней средой, в непрерывно меняющейся ситуации с учетом выбранных стратегических целей его существования. Стратегическое управление включает два различающихся, но взаимно дополняющих друг друга процесса – формулирование стратегии и реализацию стратегии. Формулирование стратегии – это, собственно, процесс стратегического регулирования. Он включает:

- оценку потенциальных шансов достижения цели;
- возможные альтернативы целей;
- оценку действия внутренних и внешних факторов, связанных с достижением цели;
- выбор и окончательную формулировку цели, т.е. принятие стратегии.

Реализация стратегии в отличие от ее формулирования включает ряд организационно-административных, интегрирующих, координирующих и контрольных действий, в результате которых предприятие постепенно модифицирует свою структуру, ресурсы и конечную цель, ориентируясь на образцы будущего поведения, намеченные стратегией.

Таким образом, в понятие стратегического управления входят [57]:

- стратегическое планирование и стратегический контроль;
- текущие задания, которые непосредственно связаны с реализацией стратегии и выступают в качестве управляющего и корректирующего элемента между стратегическим планированием и контролем исполнения плана (рис. 1.3).

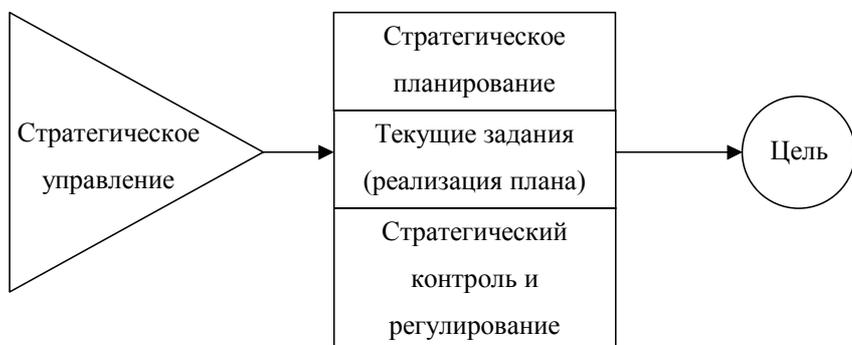


Рис. 1.3 Структура функций стратегического управления

Целью стратегического управления является обеспечение предприятию длительного пребывания на рынке. Основой этому служат стабильные конкурентные преимущества. Вопрос в том, как добиться и сохранить их. Множество разных (или по-разному представляемых) теоретических подходов к интерпретации экономической реальности все еще не отвечает потребностям практики в управленческом инструментарии.

"Ключевая проблема стратегического менеджмента в том, что специфические базисные гипотезы дорабатываются до уровня умозрительных рамочных построений, которые сами по себе убедительны и объясняют хозяйственную реальность, но из-за узкого угла зрения не могут служить прочным основанием для рекомендаций в области практических действий. На этом фоне ставится вопрос о целесообразном разграничении теоретических рамок для интерпретации (или создания и использования) стабильных конкурентных преимуществ" [37, с. 80].

С одной стороны – это рыночный подход с анализом внешней по отношению к предприятию среды, с другой – ресурсный подход с анализом внутренних сильных и слабых сторон предприятия. Разнонаправленность указанных подходов служила основанием считать их антиподами, полагать, что использование одного исключает применение другого. Однако, более привлекательна перспектива интеграции обеих концепций в единых рамках, чтобы учесть различные аспекты конкурентоспособности и использовать преимущества взвешенной точки зрения для стратегического управления предприятием. В результате возникла бы возможность, с одной стороны, объяснить развитие предприятия использованием оригинальных ресурсов и специфической конкурентной конъюнктуры, а с другой – разработать при наличии определенной комбинации ресурсов, технологических цепочек предприятия и рыночных условий практические рекомендации для стратегического менеджмента.

Предлагаемый для стратегического менеджмента [50] инструментарий рассчитан на сложившиеся рыночные структуры и действующие рынки с высокими темпами роста и небольшими рисками. Отсюда вытекает опасность чрезмерно оптимистичной оценки возможности развития конкурентных позиций предприятия. Эту опасность можно существенно снизить благодаря интеграции рыночного и ресурсного подходов. Принятие во внимание не только продукта, но и генерирующих его ресурсов позволяет менеджеру обрести более детальное знание реализуемой стратегии. "Концепция, в которой сопоставляются ресурсы, обеспечивающие конкурентные преимущества (и тем самым производимые продукты), и хозяйственные поля (рынки) предприятия, представляет собой ресурсно-рыночный портфель" [37, с. 82–83].

"Приспособление к внешней среде при безусловной важности внутренней среды должно стать первостепенным" [40, с. 18].

Интеграция рыночного и ресурсного подходов должна восприниматься как первый шаг к созданию законченной теории стратегического менеджмента. Тогда сопоставление избыточных ресурсов и потребностей в них позволяет более точно проанализировать реальное стратегическое положение предприятия. Благодаря объединению указанных подходов можно обосновать стратегический план развития предприятия с учетом большего количества факторов, влияющих на эффективность его функционирования.

При анализе аспектов планирования в центре внимания предприятия должен быть набор отраслей (изделий по типам товаров), которыми оно занимается. Поэтому началом анализа становится определение не только отрасли, в которой работает предприятие, но и многочисленных видов деятельности и типов товаров, которыми предприятие может заниматься (т.е. осуществляется стратегическое планирование).

Как уже отмечалось выше, выбор периода долгосрочного планирования определяется средним жизненным циклом изделий и горизонтом предвидения макро- и микроэкономической ситуации в отношении рассматриваемого предприятия. Поэтому для наиболее полного отражения сущности деятельности предприятия необходимо долго- и среднесрочное планирование, переходящее, в последствии, в текущее. Это обусловлено также продолжительностью сроков службы основных средств, являющихся основой технологических процессов, протекающих или планируемых на промышленном предприятии.

Таким образом, предметом научного исследования в рамках монографии является стратегическое планирование, переходящее в долго- и среднесрочное планирование производства и сбыта продукции на промышленном предприятии, что является основой его развития. При этом необходимо объединить две концепции стратегического менеджмента: рыночную и ресурсную. Общее направление развития предприятия на перспективу свыше пяти лет является отдельным (возможно субъективным) решением высшего руководства предприятия. Тактические же действия по формированию программы реализации стратегических целей являются предметом дальнейшего рассмотрения.

1.2 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Итак, объектом управления выступает некоторое промышленное предприятие, обладающее к моменту начала горизонта планирования определенными ресурсами (производственные мощности, запасы сырья, материалов, персонал), производящее определенный набор продукции. Целью оптимального управления данным объектом выступает нахождение такого состава и объемов выпуска продукции по соответствующим ценам на указанном горизонте планирования, чтобы выбранный критерий оптимальности достигал своего максимального значения. Функции спроса на продукцию предприятия будут считаться заданными.

Кроме того, должны учитываться имеющиеся ресурсы всего предприятия и необходимость инвестиций на их увеличение при возможном росте объемов производства. Таким образом, требуется оптимально с точки зрения предприятия соотнести требования внешней среды по составу, объемам и ценам на продукцию и технологические возможности предприятия на некотором среднесрочном горизонте планирования.

Среди всего комплекса задач, рамки которого были обрисованы выше, можно выделить следующие основные подзадачи:

- определение оптимальной цены и объемов продаж продукции всего предприятия на некотором горизонте планирования, исходя из требований внешней среды;
- распределение ресурсов предприятия на производство определяемого набора продукции так, чтобы достигался оптимум целевой функции;
- формирование оптимального, с точки зрения выбранной целевой функции, портфеля инвестиционных проектов предприятия на среднесрочную перспективу.

Рассмотрим классические и современные подходы к решению указанного круга задач.

Среди всего многообразия подходов [2, 12, 16, 29, 42, 51, 52, 58] к решению проблемы определения оптимальных для предприятия цен на продукцию и соответствующих им объемов продаж можно выделить следующие основные методологии [26]:

1 На основе себестоимости.

1.1 Метод "себестоимость плюс прибыль".

1.2 Метод анализа контрольной точки.

2 На основе прибыли.

2.1 Метод максимизации прибыли.

2.1.1 Сопоставление валового дохода с валовыми издержками.

2.1.2 Сопоставление предельного дохода с предельными издержками.

2.2 Метод целевой прибыли.

2.3 Метод целевой рентабельности продаж.

2.4 Метод целевой рентабельности инвестиций.

3 На основе оценки спроса.

3.1 Метод анализа коэффициентов эластичности.

4 На основе потребительной стоимости.

4.1 Метод прямого определения цены.

4.2 Метод определения потребительной стоимости.

4.3 Диагностический метод.

1 Метод ценообразования на основе себестоимости.

1.1 Методика "себестоимость плюс прибыль" – заключается в начислении определенного процента прибыли на себестоимость товара. При расчете цены по этой методике нужно учитывать не только прямую себестоимость товара, но и затраты по его реализации. Себестоимость единицы продукции i -го вида (UTC_i) рассчитывается по формуле

$$UTC_i = \frac{TC_i}{Q_i},$$

где TC_i – валовые издержки на производство и реализацию товара i -го вида.

Если задан процент прибыли на себестоимость i -го вида продукции MUP_i , тогда расчетная базовая цена на единицу товара i -го вида P_i будет определена следующим образом:

$$P_i = UTC_i + UTC_i \frac{MUP_i}{100}.$$

Преимущество метода состоит в том, что обеспечивается полное покрытие всех видов издержек и фирма получает планируемую прибыль. Недостатком следует считать игнорирование учета функции спроса, т.е. требований внешней по отношению к предприятию среды, в следствие чего теряется чувствительность к потребителям продукции и конкурентам.

1.2 Методика анализа контрольной точки.

Валовой доход от реализации i -го вида товара TR_i определяется по формуле

$$TR_i = PM_i Q_i, \quad (1.1)$$

где PM_i – рыночная цена i -го вида товара.

Прибыль (или убыток) от реализации i -го вида товара R_i равна

$$R_i = TR_i - TC_i. \quad (1.2)$$

Объем производства Q_i , при котором предприятие не имеет ни прибыли, ни убытков (контрольная точка), определяется по формуле

$$Q_i = \frac{TFC_i}{(PM_i - UVC_i)}.$$

Далее рассматривается соотношение между объемами Q_i и $Q_{i\max}$:

если $Q_i \leq Q_{i\max}$, то расчетная цена $P_i = PM_i$;

если $Q_i > Q_{i\max}$, то фирма, учитывая свою ценовую политику, выбирает один из следующих вариантов:

- отказывается от производства i -го товара;
- производит товар i -го вида с убытками в надежде снизить себестоимость товара в будущем и получить в конце концов прибыль;
- устанавливает цену на товар выше рыночной, т.е. $P_i > PM_i$.

В данном методе основой определения цены товара является его себестоимость и заданная рыночная цена. Условием применения подхода является стабильность себестоимости во времени или ее небольшое изменение. Для заданного объема продаж и цены определяется: будет ли предприятие иметь прибыль при данной цене или терпеть убытки. К недостаткам данного метода можно отнести то, что уровень безубыточности рассчитывается для каждого товара предприятия отдельно. При этом не учитывается возможность схожести составляющих себестоимости товаров предприятия в целом и необходимость определения оптимального состава выпускаемой продукции для предприятия в целом с учетом требований рынка на некотором промежутке времени. Управленческое решение в данном случае состоит лишь в следующем: производить ли данный продукт в данном объеме по данной цене или нет. В то время, как оптимальным для предприятия может быть некоторый объем продаж $Q_i \leq Q_{i\max}$ с учетом всего состава продукции и технологических возможностей предприятия.

2 Установление цены на основе прибыли.

2.1 *Методика максимизации прибыли в условиях конкуренции.* Суть данного метода заключается в том, что предприятие пытается максимизировать свои прибыли или минимизировать убытки, приспособив объем производства путем изменений в величине переменных издержек. Рассмотрим два подхода для достижения поставленной цели.

2.1.1 *Принцип сопоставления валового дохода с валовыми издержками.* В основе этого принципа лежат два основных момента. Во-первых, фирма должна решить, будет ли она производить данный товар. Производить его следует, если фирма может получить либо прибыль, либо убыток, который меньше, чем постоянные издержки. Во-вторых, нужно решить, какой объем товара следует произвести. Этот объем производства должен либо максимизировать прибыль, либо минимизировать убытки.

В данной методике используются формулы (1.1) и (1.2). Далее следует произвести такой объем продукции Q_i , при котором максимизируется прибыль R_i , т.е.: $R_i(Q_i) \rightarrow \max$.

Аналитическое определение оптимального объема производства выглядит следующим образом

$$R_i(Q_i) = PM_i Q_i - (TFC_i + UVC_i Q_i^Y).$$

Приравняем частную производную по Q_i к нулю:

$$\begin{aligned} \frac{dR_i(Q_i)}{dQ_i} &= 0, \\ PM_i - UVC_i Y Q_i^{Y-1} &= 0. \end{aligned} \quad (1.3)$$

где Y – коэффициент изменения переменных издержек.

Величина валовых переменных издержек меняется в зависимости от изменения объемов производства. Прирост суммы переменных издержек, связанный с увеличением объема производства на одну единицу, не является постоянным. Предполагается, что переменные издержки увеличиваются нарастающим темпом. Это объясняется тем, что фиксированы постоянные ресурсы, а в процессе роста производства увеличиваются переменные ресурсы. Таким образом, предельная производительность падает и, следовательно, переменные издержки увеличиваются нарастающим темпом. "Для расчета переменных издержек предлагается применить формулу, причем по результатам статистического анализа установлено, что коэффициент изменения переменных издержек (Y) ограничивается интервалом $1 < Y < 1,5$ " [26, с. 159]. При $Y = 1$ переменные издержки растут линейно:

$$TVC_i = UVC_i Q_i^Y, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1.4)$$

где TVC_i – переменные издержки на производство продукции i -го вида.

Из (1.3) получаем оптимальный объем производства товара i -го вида:

$$Q_i^{\text{opt}} = \left(\frac{PM_i}{UVC_i Y} \right)^{\frac{1}{Y-1}}.$$

После этого сравнивается объем Q_i с максимально возможным объемом производства $Q_{i\max}$:

I Если $Q_i < Q_{i\max}$, то базовая цена $P_i = PM_i$.

II Если $Q_i > Q_{i\max}$, тогда, если существует объем производства Q_i , при котором:

- $R_i(Q_i) \geq 0$, то $P_i = PM_i$;
- $R_i(Q_i) < 0$, то возможны два варианта:

1) отказ от производства i -го товара;

2) установление $P_i > PM_i$.

Отличие данной методики от подхода 1.2 в том, что здесь определяется оптимальный объем продаж при заданной цене. Затем он также сравнивается с максимальным "рыночным" объемом продаж. Недостаток данной методики такой же, как и у 1.2 – не учитывается весь возможный состав продукции предприятия в совокупности с его технологическими возможностями.

2.1.2 *Принцип сопоставления предельного дохода с предельными издержками.* Любую единицу продукции, предельный доход от которой превышает ее предельные издержки, следует производить. То есть, предприятие будет максимизировать прибыли или минимизировать убытки, производя объем продукции, соответствующий точке, где предельный доход равен предельным издержкам.

Предельные издержки на производство дополнительной единицы i -го вида продукции MC_i определяется как

$$MC_i = \frac{\Delta TC_i}{\Delta Q_i}. \quad (1.5)$$

Предельный доход от реализации дополнительной единицы i -го вида продукции MR_i равен

$$MR_i = \frac{\Delta TR_i}{\Delta Q_i}. \quad (1.6)$$

Предприятие должно произвести такой объем продукции Q_i , при котором

$$|MR_i - MC_i| \rightarrow \min.$$

При этом же объеме предприятие максимизирует свою прибыль R_i

$$R_i(Q_i) \rightarrow \max.$$

Данное условие максимизации прибыли исходит из того предположения, что с увеличением объемов продаж продукции на некоторую величину Δ дополнительный доход от данного увеличения будет снижаться с нарастающим темпом в зависимости от масштабов роста объемов продаж.

После этого сравнивается Q_i объем с максимально возможным объемом производства:

I Если $Q_i < Q_{i\max}$, то базовая цена $P_i = PM_i$.

II Если $Q_i > Q_{i\max}$, тогда, если существует объем производства Q_i , при котором:

- $R_i(Q_i) \geq 0$, то $P_i = PM_i$;
- $R_i(Q_i) < 0$, то возможны два варианта:

1) отказ от производства i -го товара;

2) установление цены P_i выше рыночной цены PM_i .

Данный подход также позволяет определить, сколько предприятию нужно произвести продукции при заданном уровне цены, получая при этом максимальную прибыль. Недостаток данного метода в целом такой же, как и у методов 1.2, 2.1.1 – отвлеченность от конкретного предприятия, возможно производящего более одного вида продукции. Кроме того, представляется достаточно сложным технически точно определить предельное значение дохода и издержек от дополнительного роста объемов продаж продукции.

2.2 Метод целевой прибыли. На товар устанавливается такая цена, при которой обеспечивается желаемый определенный уровень прибыли, учитывая наличие производственных мощностей. Для этого нужно знать переменные и постоянные издержки. После расчета базовой цены она сравнивается с рыночной ценой.

Уровень целевой прибыли от реализации i -го товара TP_i определяется как разность между валовым доходом и валовыми издержками:

$$TP_i = TR_i - TC_i. \quad (1.7)$$

В свою очередь, валовой доход TR_i с учетом наличия производственных мощностей, обеспечивающих максимальный выпуск продукции, определяется как

$$TR_i = P_i Q_{i\max}, \quad (1.8)$$

где P_i – расчетная цена i -го товара по данной методике ценообразования.

Подставляя (1.7) в формулу (1.8), находим расчетную базовую цену i -го товара:

$$P_i = \frac{TP_i + TC_i}{Q_{i\max}}.$$

Если $P_i \leq PM_i$, то устанавливается рыночная цена. Если же $P_i > PM_i$, то необходимо учитывать спрос на товар i .

В данном подходе также принимается управляющее воздействие на предприятие: производить или нет объем продаж $Q_{i\max}$ при уровне рыночной цены PM_i для данного объема с учетом требуемого уровня прибыли TP_i . Очевидно, недостатком данной методики является фиксирование искомого объема производства на уровне максимального для конкретного предприятия. После этого определяется только лишь возможность или невозможность получить необходимый уровень прибыльности с учетом рыночных ограничений по цене для данного объема. В тоже время, возможен вариант неполной загрузки производственных мощностей предприятия или распределение их на производство нескольких продуктов.

2.3 Метод рентабельности продаж. При использовании данного метода устанавливается такая цена, которая обеспечивает целевую прибыль на основе рентабельности продаж. Метод рекомендуется для предприятий с широкой номенклатурой производимой продукции, а также для торговых фирм.

Уровень целевой рентабельности продаж от реализации i -го вида товара TRC_i определяется по формуле:

$$TRC_i = \frac{TR_i - TC_i}{TR_i} 100 \%. \quad (1.9)$$

Валовой доход рассчитывается по формуле (1.8). Из (1.8) и (1.9) следует, что расчетная базовая цена будет равна

$$P_i = \frac{TC_i}{Q_i \left(1 - \frac{TRC_i}{100}\right)}.$$

Данный метод является вариацией метода 2.2. В нем уровень целевой рентабельности задается не абсолютным TP_i , а относительным TRC_i (%) значением прибыльности, что является удобным при большой номенклатуре выпускаемой продукции. Соответственно достоинства и недостатки этой методики аналогичны методике 2.2.

2.4 Метод целевой рентабельности инвестиций. Выпуск продукции должен обеспечивать целевую рентабельность на определенный размер инвестиций. При расчете себестоимости товара нужно учитывать уплату процентов за кредит. Данный метод учитывает платность финансовых ресурсов, необходимых для производства и реализации товара. Предприятие, выбирая уровень рентабельности инвестиций, может достичь желаемой прибыли. Последовательность расчета базовой цены i -го товара следующая

$$AVC_i = \frac{TVC_i}{Q_{i\max}},$$

где AVC_i – средние переменные издержки на производство и реализацию i -го товара.

$$AFC_i = \frac{TFC_i}{Q_{i\max}},$$

где AFC_i – средние постоянные издержки на производство и реализацию единицы i -го товара.

Расчетная базовая цена i -го товара P_i по данной методике ценообразования будет равна

$$P_i = AVC_i + AFC_i + \frac{I_i}{Q_{i\max}} \frac{TRI_i}{100},$$

где I_i – сумма инвестиций на производство и реализацию i -го товара; TRI_i – уровень целевой рентабельности инвестиций (%) для i -го товара.

Для достижения желаемого уровня прибыли сопоставляются валовой (предельный) доход и валовые (предельные) издержки. Целевая прибыль может быть определена либо путем ее прямого расчета, либо путем ее максимизации. Прямое определение целевой прибыли может быть выражено рентабельностью продаж или рентабельностью инвестиций.

В данном случае уже учитывается необходимость поиска оптимального объема продаж при заданном уровне цен. Вводится условие учета возможных инвестиций для производства некоторого объема продаж $Q_{i\max}$. Тем не менее, каждый товар предприятия по-прежнему рассматривается отдельно, а не комплексно. Таким образом, не учитываются технологические возможности предприятия, т.е. его возможные сильные стороны по отношению к конкурентам.

Уровень рентабельности инвестиций учитывается отдельно от условия максимизации прибыли. Однако, исходя из методики бизнес-планирования [33] последующая операционная прибыль от конкретного продукта (группы) должна компенсировать начальные инвестиции, обеспечивающие данное производство с требуемой инвестором нормой прибыльности (дисконта). Для этого применяется дисконтирование денежных выплат и поступлений от проекта производства продукции.

В случае использования метода, основанного на предельных издержках, также становится проблематичным точно определить оптимальный объем производства для нескольких продуктов.

3 Установление цены на основе оценки спроса на товар.

3.1 Метод анализа коэффициента эластичности спроса. Согласно данному методу, уровень цены на товар ставится в зависимость от изменения спроса. Высокая цена устанавливается тогда, когда спрос относительно велик, в то время как снижение цены сопровождается уменьшением спроса. При этом используется коэффициент эластичности спроса, который измеряет степень чувствительности потребителей к изменению цены продукции.

Данная методика исходит из предположения, что спрос описывается степенной функцией. Вообще вид функции может быть другим, но при этом необходимо исследовать дополнительно возможные значения коэффициентов эластичности.

Расчетная цена i -го товара P_i по данной методике, обеспечивающая ожидаемый спрос, определяется по формуле

$$P_i = PM_i \left(\frac{DF_i}{D_i} \right)^{-b_i},$$

где PM_i – действующая рыночная цена i -го товара; DF_i – имеющийся спрос на i -й товар при цене PM_i ; D_i – ожидаемая величина спроса на i -й товар; b_i – коэффициент эластичности i -го товара.

В этом подходе издержки рассматриваются лишь как ограничительный фактор, который показывает, может ли товар продаваться по установленной цене, обеспечивая прибыль, или нет. В данном методе вообще не учитывается структура себестоимости, а только ее уровень относительно цены. Учитывается только прогнозное изменение в спросе на отдельный товар относительно текущего при заданном уровне эластичности. При этом не учитывается функция спроса и не ищется оптимальный объем продаж. Происходит всего лишь корректировка цены на величину прогнозного изменения в объеме продаж.

4 Установление цены на основе потребительской стоимости.

4.1 *Метод прямого определения цены.* При применении данного метода группу потребителей просят указать возможную цену на однородные товары разных фирм. Далее рассчитываются средние значения оценок по каждому товару. После этого на основе этих оценок определяется цена как их среднее значение. Таким образом, средняя оценка (средняя цена) SO_{ij} i -го товара j -й фирмы (ден. ед.) вычисляется как:

$$SO_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^{n_i} OC_{mij}}{n_i},$$

где OC_{mij} – оценка (предлагаемая цена) m -го потребителя i -го товара j -й фирмы (ден. ед.); n_i – количество потребителей, давших оценку i -му виду товара.

Расчетная цена i -го товара (средняя рыночная цена) P_i (ден. ед.) определяется по формуле

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{q_i} SO_{ij}}{q_i},$$

где q_i – число фирм, выпускающих i -й вид товара.

4.2 *Метод прямого определения потребительской стоимости.* Суть метода заключается в том, что в процессе анкетирования опрашиваемые распределяют 100 баллов между несколькими аналогичными товарами. Предполагается, что данное распределение отражает соответствующие потребительские стоимости товаров. Кроме того, известна средняя цена i -го товара на рынке P_i , полученная, например, по предыдущему методу.

Средняя оценка i -го товара j -й фирмы CO_{ij} (баллы) определяется как

$$CO_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^{n_i} O_{mij}}{n_i},$$

где O_{mij} – оценка m -го потребителя i -го товара j -й фирмы (баллы); n_i – количество потребителей, давших оценку i -му виду товара.

При этом

$$\sum_{j=1}^{q_i} O_{mij} = 100;$$

$$\sum_{j=1}^{q_i} CO_{ij} = 100.$$

Расчетная цена i -го вида товарами фирмы P_{ij} (ден. ед.) определяется по формуле

$$P_{ij} = \frac{P_i CO_{ij} q_i}{100},$$

где q_i – число фирм, выпускающих i -й вид товара; P_i – средняя рыночная цена i -го товара.

4.3 *Метод диагностического определения потребительной стоимости.* В данном методе опрашиваемые оценивают потребительную стоимость по нескольким показателям, например надежность, сервис, дизайн и т.д. По каждому показателю между аналогами распределяются 100 баллов.

Дополнительно оцениваются весовые коэффициенты показателей. Между весовыми коэффициентами также распределяются 100 баллов. Умножая весовые коэффициенты на оценки показателей и суммируя полученные значения по каждому товару, получают оценку потребительной стоимости товара. Далее цена определяется аналогично предыдущему методу. Формализованное описание методики будет следующим:

$$\sum_{k=1}^p VK_{ijk} = 100,$$

где VK_{ijk} – весовой коэффициент k -го показателя i -го товара j -й фирмы; p – количество рассматриваемых показателей.

$$\sum_{j=1}^{q_i} O_{mkij} = 100,$$

где O_{mkij} – оценка m -м потребителем k -го показателя i -го товара j -й фирмы (баллы).

Средняя оценка k -го показателя i -го товара j -й фирмы SO_{kij} (баллы)

$$SO_{kij} = \frac{\sum_{m=1}^{n_i} O_{mkij}}{n_i},$$

где n_i – количество потребителей, давших оценку i -му виду товара.

При этом

$$\sum_{i=1}^{q_i} SO_{kij} = 100.$$

Тогда средняя потребительная стоимость i -го товара j -й фирмы SPS_{ij} (баллы) будет равна

$$SPS_{ij} = \sum_{k=1}^p VK_{ijk} SO_{kij}.$$

При этом

$$\sum_{j=1}^{q_i} SPS_{ij} = 100.$$

Наконец, расчетная цена i -го товара j -й фирмы P_{ij} (ден. ед.) по данной методике определяется как

$$P_{ij} = \frac{P_i SPS_{ij} q_i}{100},$$

где P_i – средняя рыночная цена i -го товара; q_i – количество фирм, выпускающих i -й товар.

В данном подходе при формировании цены руководствуются оценкой покупательной потребительной стоимости товара. Оценки потребителей выражены, как правило, в баллах или процентах. Издержки рассматриваются как вспомогательный показатель, учитываемый при обеспечении положительного хозяйственного результата. При этом, ни о каком определении оптимального для конкретного предприятия уровня продаж и цен не может идти речи. Данный подход применяется только при внедрении на рынок нового товара в случае, когда спрос на него со стороны потребителей еще не сформирован. Также данный метод ценен с точки зрения комплекса маркетинга.

В работе [52] рассмотрена проблема ценообразования с целью максимизации прибыли. Указывается, что проблема традиционно является микроэкономической в случае, когда фирма-производитель не является монополистом на некотором рынке. В представленной модели ценообразование происходит с учетом функции распределения потребителей по ликвидным накоплениям.

Главным недостатком данной модели является игнорирование внутренней составляющей процесса "производство – продажа", т.е. того, где и как была произведена та или иная продукция. Уникальные технологические возможности конкретного предприятия, его сильные стороны по отношению к конкурентам в результате являются полностью проигнорированными. Учитываются только предпочтения потребителей и их платежеспособный спрос.

Подход к ценообразованию с точки зрения покупателя и определения вероятного выигрыша от покупки товара той или иной фирмы на основе предыдущих покупок представлен в работе [12].

Однако здесь рассматривается обратная сторона рассматриваемой проблемы оптимального управления промышленным предприятием.

В работе [16] в модели поведения фирмы уже учитываются две составляющие проблемы: зависимость спроса от цены и собственных затрат от объема производства. Дается некоторое решение для поиска оптимальной равновесной цены при допущении, что функция прибыли имеет первую производную (ее можно посчитать численно или аналитически). Кроме того, оптимизация ведется отдельно по каждому продукту, а не для всего предприятия. В этом видится такой же недостаток, как и у моделей 1.2, 2.4, приведенных выше.

Представленные подходы к определению оптимальных цен и объемов продаж являются в большей или меньшей степени классическими в теории экономики предприятия. Каждый из них отражает ту или иную сторону процесса ценообразования и нахождения оптимальных объемов продаж. Однако единственного подхода, отвечающего, в достаточной степени, современным требованиям практики управления предприятием среди рассмотренных методик нет.

Все указанные методики применяются для отдельных продуктов в отрыве от всего технологического комплекса предприятия. Данный момент является очень важным для средних и крупных предприятий, имеющих в своем распоряжении разнообразные технологические цепочки. Ряд продуктов может иметь сходные технологии производства, реализованные или планируемые к реализации на конкретном предприятии. Поэтому возникает задача управления, связанная с выбором из альтернативных вариантов производства наиболее оптимальных не только самих по себе, но и в совокупности с остальным портфелем продукции всего предприятия с учетом имеющихся ресурсов.

Следует отметить метод целевой рентабельности инвестиций, учитывающий платность финансовых ресурсов, привлекаемых для обеспечения производственного процесса. С некоторой корректировкой данный подход может быть применен в качестве одной из основ построения модели оптимального управления промышленным предприятием. В целевой функции, отражающей критерий оптимальности принятых решений, необходимо отразить возвратность взятых инвестиций и норму доходности производства продукции, которую в соответствии с методикой бизнес-планирования следует учесть при дисконтировании денежных поступлений и выплат.

В теории принятия решений (исследований операций) [19, 20, 46, 56] есть ряд задач на оптимальное распределение ограниченных ресурсов между конкурирующими объектами потребления. Двумя основными направлениями, решающими в той или иной мере указанную задачу, являются линейное [1, 3, 22, 30, 34, 59, 60] и динамическое [8, 9] программирование.

Среди экономических постановок задачи линейного программирования применительно к данному исследованию можно выделить задачу об оптимальном распределении ресурсов [22, 30].

Данный инструментарий в той или иной форме используется в большом числе работ [2, 31, 49] для максимизации прибыли предприятия или иных схожих целей.

Экономико-математическая модель задачи об использовании ресурсов в общей постановке имеет вид:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2, \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m. \end{cases}$$

Необходимо найти такой план $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ выпуска продукции, удовлетворяющий системе и условию $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$, при котором функция $F = q_1x_1 + q_2x_2 + \dots + q_nx_n$ принимает максимальное значение. Здесь n – число планируемых к выпуску продуктов; m – число ресурсов, необходимых для производства всех продуктов n ; x_i – объем производства (продаж) i -го продукта; q_i – прибыль от единицы i -го продукта; a_{ij} – расход j -го ресурса на производство единицы i -го продукта; b_j – максимальный расход (запас) j -го ресурса.

В приведенной задаче одновременно учитываются несколько интересующих нас факторов, влияющих на эффективность функционирования предприятия. Здесь планируется состав выпускаемой про-

дукции, объемы и цены на продукцию. Через коэффициенты a_{ij} учитываются технологические возможности предприятия и имеющиеся в наличие ресурсы. Критерий оптимальности является аддитивным, т.е. максимизируется прибыль всего предприятия в целом, а не по отдельным его продуктам в частности.

Однако данная постановка задачи является статической и не учитывает возможную динамику развития предприятия и его производственных возможностей.

Среди задач динамического программирования [8, 9], в некоторой степени совпадающих с поставленной проблемой исследования, можно выделить задачу о распределении ограниченных ресурсов между возможными направлениями их использования (предприятиями или проектами предприятия).

Рассмотрим схему решения задачи о распределении средств между предприятиями [20]. Планируется деятельность n промышленных предприятий (технологических цепочек, инвестиционных проектов одного предприятия) на определенном периоде времени. Начальные средства s_0 . Средства x , выделенные k -му предприятию ($k = 1, 2, \dots, n$), приносят в конце периода прибыль $f_k(x)$.

Принято считать, что:

- а) прибыль $f_k(x)$ не зависит от вложения средств в другие предприятия;
- б) прибыль от каждого предприятия выражается в одних условных единицах;
- в) общая прибыль равна сумме прибылей, полученных от каждого предприятия.

Нужно определить, какое количество средств нужно выделить каждому предприятию, чтобы суммарная прибыль была наибольшей.

Обозначим через x_k количество средств, выделенных k -му предприятию. Суммарная прибыль равна

$$Z = \sum_{k=1}^n f_k(x_k). \quad (1.10)$$

Переменные x удовлетворяют ограничениям:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n x_k &= s_0, \\ x_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (1.11)$$

Необходимо найти переменные x_k ($k = 1, 2, \dots, n$), удовлетворяющие системе ограничений (1.11) и обращающие в максимум функцию (1.10).

Процесс распределения средств s_0 можно рассматривать как n -шаговый, номер шага совпадает с номером предприятия; выбор переменных x_1, x_2, \dots, x_n – управление соответственно на 1, 2, ..., n шагах. s_n – конечное состояние процесса распределения – равно нулю, так как все средства должны быть вложены в производство, $s_n = 0$.

С точки зрения применимости динамического программирования к нашей задаче можно отметить следующее:

- ищется максимум прибыли;
- рассматривается только один вид ресурса – денежные средства, что является неприемлемым, так как не учитывается технология производства того или иного продукта и запасы ресурсов конкретного предприятия;
- к недостаткам метода по-прежнему относится возникновение технических сложностей при вычислениях в случае увеличения размерности.

Таким образом, наиболее применимым к указанной выше задаче является инструментарий линейного программирования.

Разработанные ранее методы организации производства для плановой экономики не отвечают в полной мере современным рыночным требованиям. Однако их не стоит отбрасывать. Наоборот, на их основе следует построить модели, включающие в себя плюсы этого многообразия методов.

Поэтому, рассмотрим современные подходы, использующие методики в том числе и бизнес-планирования для формирования оптимального инвестиционного портфеля предприятия и проследим за их отличием от упомянутых выше методов.

В проблеме оптимизации инвестиционного портфеля как такового выделяют задачу оптимизации схемы финансирования [7, 10, 14, 27]. Фактически требуется оптимизировать структуру капитальных вложений в проект с учетом потребности в них. Однако в указанных методиках проекты предприятия

рассматриваются каждый в отдельности, не учитывая возможности объединения по используемым ресурсам некоторых проектов.

В качестве основного критерия эффективности следует использовать чистый приведенный эффект (доход), отвечающий всем основным принципам эффективности [33]. Причем денежные поступления и выплаты

(т.е. в конечном счете, прибыль от проекта) должны приводиться к единому моменту времени с помощью коэффициента дисконтирования.

Таким образом, в денежных потоках от проектов предприятия должна учитываться не только операционная деятельность (связанная с производством продукции), но и инвестиционная, в которой аккумулируются средства в создание или расширение производственных мощностей, обеспечивающих производство требуемого объема продукции. Данный факт требует пересмотреть рассмотренную выше постановку задачи об использовании ресурсов линейного программирования.

Методики, разработанные для оценки эффективности инвестиционных проектов, позволяют лишь оценить эффективность того или иного варианта проекта. Они не предоставляют математических моделей, осуществляющих поиск наиболее прибыльного, оптимального варианта инвестиционного проекта. Кроме того, сравнение альтернативных проектов также затруднительно, так как оно строится на "неалгоритмизуемых экспертных оценках" [33, с. 99].

Проблему выбора альтернативных проектов предприятия и формирования на их основе общего портфеля инвестиционных проектов попытались решить в следующих работах [5, 6, 23, 36, 38, 41, 45].

Теперь рассмотрим ряд подходов, авторы которых попытались учесть в той или иной степени все перечисленные факторы, оказывающие влияние на эффективность промышленного предприятия. В них сведены воедино решения всех трех основных подзадач, указанных выше.

Для успешного решения проблемы управления предприятием необходимо при расчетах экономической эффективности учитывать факторы, которыми раньше пренебрегали. К сожалению, они не находят отражения в методиках [33].

Исследования показывают, что существенного увеличения эффекта можно достигнуть за счет оптимизации структуры вложений и продукции, маневра ресурсами, оптимального реинвестирования прибыли [45].

Задача оптимизации структуры вложений ставится следующим образом: определить число единиц каждого вида оборудования, привлекаемого из имеющегося производства либо закупаемого для предприятия, так, чтобы суммарная прибыль была максимальной. Предполагается, что каждый вид продукции производится с помощью оборудования одного вида. На прединвестиционной стадии при решении проблемы оптимизации структуры вложений целесообразно рассматривать два вида ограничений – на капитальные вложения в оборудование и на сырье:

$$\sum_{j=1}^n k_j y_j \leq K, \quad \sum_{j=1}^n p_j y_j \leq P,$$

где K – объем вложений в оборудование; P – объем (лимит) основного сырья; k_j – вложения в единицу оборудования вида j ; y_j – число привлекаемых единиц оборудования вида j ; p_j – количество сырья, перерабатываемого на единице оборудования j ; n – число видов оборудования.

Целевая функция

$$\sum_{j=1}^n \pi_j l_j y_j \rightarrow \max,$$

где π_j – прибыль единицы продукции, выпускаемой на оборудовании вида j ; l_j – производительность оборудования вида j .

В конкретных случаях при постановке задачи оптимизации структуры капитальных вложений в модель могут быть включены и другие ограничения.

Теперь рассмотрим задачу оптимизации структуры продукции. После выбора структуры капитальных вложений экономический эффект можно увеличить также за счет структурных сдвигов в продукции предприятия (предполагается, что оно состоит из одного цеха). По многим экспертным оценкам, трудовые и сырьевые ресурсы могут быть перераспределены внутри производства (цеха) в пределах 20 % от общего их объема главным образом за счет рационализации технологического процесса.

Для каждого года t из интервала планирования решается задача

$$\sum_{i=1}^n m_i^t X_i^t \leq P^t, \sum_{i=1}^n v_i^t X_i^t = V^t, X_i^t \geq q_i^t, i=1, \dots, n, \sum_{i=1}^n \pi_i^t X_i^t \rightarrow \max,$$

где X_i^t – объем выпуска продукции вида i в году t ; m_i^t – затраты основного сырья на вид продукции i в году t ; P^t – объем основного сырья в году t ; v_i^t – общая трудоемкость вида продукции i в году t ; V^t – трудовые ресурсы (численность рабочих) в году t ; q_i^t – нижняя граница выпуска вида продукции i в году t ; π_i^t – прибыль от единицы вида продукции i в году t ; n – число видов продукции.

Таким образом, ставится задача оптимизации не только объемов продаж, но и самого состава продукции всего предприятия. В качестве критерия оптимальности выступает совокупная прибыль от продажи всей продукции предприятия. Тем не менее, в данной постановке прибыль от единицы продукции есть величина постоянная и не зависит от объема продаж, что идет в разрез с экономической теорией и практикой. Объем продаж ограничен только снизу для поддержания некоторой доли рынка. В тоже время емкость конкретного рынка, т.е. возможность увеличения объемов продаж также ограничено внешней по отношению к предприятию средой.

Факт того, что оптимизация проходит в несколько последовательных этапов, приводит к снижению ценности данной работы. Задачи по определению оптимальной структуры капитальных вложений, состава продукции и распределению ресурсов должны решаться комплексно с формированием единого оптимального решения по максимально возможному числу факторов, влияющих на систему.

Планирование любого ИП осуществляется в пределах выбранного расчетного периода, продолжительность которого называют горизонтом расчета и измеряют числом шагов расчета [41]. Горизонт расчета может определяться нормативным сроком службы оборудования, достижением заданных характеристик, требованиями инвестора, наличием достоверной исходной информации. Пусть в данном случае горизонт расчета равен T шагам (периодам) расчета.

Пусть исследуемый проект может быть составлен из q видов подпроектов. Тогда структура капитальных вложений будет определяться вектором $x = (x_q, q \in Q)$, где x_q – число подпроектов вида q , включаемых в проект. Ограничение на объем капитальных вложений будет иметь вид

$$\sum_{q \in Q} v_q x_q \leq b_0, \quad (1.12)$$

где v_q – величина вложений в подпроект q , необходимая для его реализации; b_0 – максимальный объем вложений.

Число подпроектов одного вида, включаемых в проект, может быть ограничено сверху некоторой величиной g'_q . Если такие условия не вводятся, тогда из (1) следует: $x_q \leq \lfloor b_0/v_q \rfloor$.

Таким образом,

$$0 \leq x_q \leq g'_q, x_q - \text{целые } q \in Q, \quad (1.13)$$

где $g'_q = \min \{g'_q, \lfloor b_0/v_q \rfloor\}$.

Действующее производство будем рассматривать как уже осуществленный с единичной интенсивностью подпроект с номером 0, т.е. $x_0 = 1$.

Пусть $H_q, q \in Q_0 = Q \cup \{0\}$ – множество видов продукции, выпускаемой в рамках действующего производства ($q = 0$) или планируемой к выпуску в рамках подпроекта ($q > 0$). Продукцию одного и того же наименования, выпускаемую в составе разных производств, для удобства будем считать, равными видами продукции, т.е. $H_i \cap H_j = \emptyset \forall i \neq j$.

Тогда виды продукции образуют единое множество $H = \cup_{q \in Q_0} H_q, H \in Z^n$, где $n = |H|$.

Пусть y_h^t – объем выпуска продукции h в период t . Тогда вектор $y^t = (y_h^t, h \in H, t = 1, \dots, T)$ определяет структуру выпуска продукции в период t .

Допустим, что в рассматриваемом едином производственном комплексе m' видов ресурсов являются лимитированными и b_s^t – суммарный объем ресурса s , находящегося в его распоряжении в период $t, s \in I' = \{1, \dots, m'\}$. Тогда ресурсные ограничения на объем выпуска продукции

$$\sum_{h \in H} a_{sh}^t y_h^t \leq b_s^t, s \in I', t = 1, \dots, T, \quad (1.14)$$

где a_{sh}^t – затраты ресурса s на единицу продукции h в период t . Ограничения по объему выпуска продукции

$$l_h^t x_q \leq y_h^t \leq \min\{d_h^t, \bar{l}_h^t x_q\}, h \in H_q, q \in Q_0, t = 1, \dots, T, \quad (1.15)$$

где d_h^t – верхняя граница выпуска продукции h в период t , определяемая спросом; \bar{l}_h^t – максимальная производительность проекта в период t по продукции h ; l_{-h}^t – минимальный выпуск продукции h в период t ; $l_h^{-t} = d_h^t$ для $h \in H_0$ ($x_0 = 1$).

Будем считать, что $l_{-h}^t = 0$ для $h \in H_0$. В противном случае требуемое равенство достигается заменой переменных $z_h^t = y_h^t - l_{-h}^t$.

Целевая функция записывается в виде

$$F(x, y) = \sum_{t=1}^T \sum_{h \in H} c_h^t y_h^t - \sum_{q \in Q} v_q x_q \rightarrow \max, \quad (1.16)$$

где c_h^t – дисконтированная прибыль, получаемая при реализации единицы продукции h в период t ; $F(x, y)$ представляет собой чистый дисконтированный доход, получаемый при осуществлении вложений.

Предприятие здесь рассматривается как набор подпроектов (существующих или вновь создаваемых производств). Горизонт планирования разбивается на фиксированные отрезки. Ограничения накладываются на капитальные вложения в подпроект и потребляемые ресурсы на единицу выпускаемой продукции. Целевая функция представляет собой разность дисконтированной прибыли за весь горизонт и капитальных вложений. Полученная модель сводится к задаче частично целочисленного линейного программирования. Вместо традиционного способа решения методом ветвей-границ предлагается решить поставленную задачу методом упорядочивающей индексации, ускоряющим расчеты.

Данная работа содержит значительное число недостатков. Здесь сделан явный упор на проблемы с наиболее быстрым расчетом поставленной задачи. Однако оказались неучтенными масса экономических параметров, влияющих на рассматриваемую модель. В частности не учитываются: структура себестоимости конкретного предприятия, функции спроса на продукцию и предложения на необходимые ресурсы, влияние капитальных вложений определенного интервала времени на последующие в пределах горизонта планирования.

Приведем модель оптимизации текущего инвестиционного проекта (ИП) [38]. Совокупность видов конечной продукции – $x = (x_{ij})$, $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, L_i$, где x_{ij} – количество изделий вида i , производимых по технологии j ; N – число видов изделий, производство которых возможно в текущем периоде с учетом реализации ИП; L_i – количество альтернативных технологий производства изделия вида i .

Каждая из альтернативных технологий $j = 1, \dots, L_i$ производства продукта i , $i = 1, \dots, N$, задается набором a_{ijk} ресурсоемкостей по видам трудовых ресурсов $k \in K_1$ и типам оборудования $k \in K_2$, где K_1, K_2 – множества видов первых и вторых, учитываемых отдельно, a_{ijk} – фонд времени, затрачиваемый видом k ресурсов на выпуск изделия i по технологии j . Пусть вектор $r = (r_k)$, $k \in K_1 \cup K_2$, определяет новую производственную структуру (ПС), которая будет сформирована в результате реализации текущего ИП, где переменная $r_k \geq 0$ задает количество единиц трудовых ресурсов и оборудования вида k в текущем периоде в новой производственной структуре.

Условия обеспеченности процесса выполнения производственной программы ресурсами ПС имеют вид:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{L_i} a_{ijk} x_{ij} \leq T_k r_k, k \in K_1 \cup K_2, \quad (1.17)$$

где T_k – число рабочих часов трудовых ресурсов и основных активных фондов вида k в текущем периоде.

Следующие ограничения определяют обеспеченность процесса выполнения производственной программы исходными продуктами:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{L_i} b_{ijk} x_{ij} \leq s_k, s_k \leq S_k, k \in K_3, \quad (1.18)$$

где b_{ijk} – расход исходных продуктов типа k для производства изделия вида i по технологии j ; s_k – количество исходных продуктов k ; S_k – максимальное предложение исходных продуктов типа k ; K_3 – множество типов исходных продуктов, учитываемых дифференцированно по их видам.

Величина спроса на конечные изделия:

$$\sum_{j=1}^{L_i} x_{ij} \leq W_i, i = 1, \dots, N, \quad (1.19)$$

а необходимость сохранения минимальной доли на рынке выпуском некоторых видов изделий не менее, чем в заданном объеме

$$\sum_{j=1}^{L_i} x_{ij} \geq C_i, i = 1, \dots, N, \quad (1.20)$$

где W_i, C_i – максимальный и минимальный объемы выпуска изделий вида i .

Пусть текущее изменение ПС осуществляется в результате приобретения z_k^+ единиц нового или дополнительного оборудования типа k , $k \in K_2$, и исключения из эксплуатации z_k^- единиц имеющегося, типов $k \in K_2$, а также найма y_k^+ и увольнения y_k^- специалистов вида $k \in K_1$. Условия текущего развития позволяют реализовать и с учетом стратегии развития обуславливают следующий масштаб изменения ПС:

$$\begin{aligned} 0 \leq y_k^+ \leq d_k^+, \\ 0 \leq y_k^- \leq d_k^-, k \in K_1, \\ 0 \leq z_k^+ \leq w_k^+, \\ 0 \leq z_k^- \leq w_k^-, k \in K_2, \end{aligned} \quad (1.21)$$

где $d_k^+, k \in K_1$ – максимальное предложение трудовых ресурсов вида k ; $w_k^+, k \in K_2$ – максимальное число единиц нового или дополнительного

оборудования типа k , которое может быть внедрено в результате реализации текущего ИП; $d_k^-, k \in K_1$ – максимально допустимое количество увольняемых специалистов вида k , обусловленное выбранной стратегией развития; $w_k^-, k \in K_2$ – максимальное число единиц оборудования типа k , исключение из эксплуатации которого также целесообразно с точки зрения стратегии развития предприятия.

Связь новой и старой ПС выражается условиями:

$$\begin{aligned} r_k &= n_k + y_k^+ - y_k^-, k \in K_1, \\ r_k &= m_k + z_k^+ - z_k^-, k \in K_2, \end{aligned} \quad (1.22)$$

где n_k, m_k – количество единиц трудовых ресурсов и оборудования в старой ПС.

Определим заемные и привлеченные средства для реализации текущего ИП переменными $v_p, p = 1, \dots, P$, где $v_p \geq 0$ – искомый размер заемных или привлеченных средств из источника финансирования p

$$v_p \leq V_p, \quad (1.23)$$

причем V_p – заданное предложение финансовых средств из источника $p, p = 1, \dots, P; P$ – количество возможных источников финансирования.

Условие финансовой поддержки текущего

$$\sum_{k \in K_2} c_k^+ z_k^+ + K^0 \leq \Phi + \sum_{k \in K_2} c_k^- z_k^- + \sum_{p=1}^P v_p, \quad (1.24)$$

где c_k^+ – затраты на приобретение единицы нового оборудования типа k ; c_k^- – ликвидационная стоимость единицы наличного оборудования типа k ; K^0 – прочие капитальные затраты; Φ – размер фонда развития производства на момент реализации текущего ИП без средств, полученных от ликвидации части оборудования.

Выручка от реализации продукции

$$D(x) = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^{L_i} x_{ij}, \quad (1.25)$$

где p_i – цена конечного продукта вида i , включая НДС.

Себестоимость выпускаемой продукции складывается из материальных затрат, заработной платы и отчислениями в фонды социального страхования, амортизации и прочих расходов.

Критерий оптимальности, основанный на максимизации чистой прибыли в результате реализации текущего ИП, имеет вид:

$$E(x, r) = F(x, r) - \sum_{p=1}^P d_p v_p \rightarrow \max, \quad (1.26)$$

где F – прибыль за текущий период (выручка за минусом себестоимости и налоговых выплат); a – ставка налога на прибыль; d_p – затраты на единицу заемных или привлеченных средств вида p в текущем периоде.

Недостаток предложенной модели (1.17) – (1.26) в краткосрочности планирования. Так, большинство реальных промышленных инвестиционных проектов имеют срок окупаемости не менее двух лет. Поэтому применение краткосрочного планирования в отрыве от стратегического приведет к "затуханию" предприятия, т.е. к сворачиванию инвестиционной активности в расширение производства. Кроме того, капитальные вложения в приобретение основных фондов оказывают долгосрочное влияние на предприятие. Поэтому, указанную постановку задачи необходимо расширить до системы стратегического планирования.

В подходе [35] план инвестиций фиксированный. Оптимизация портфеля происходит, исходя из начальных инвестиций и матрицы поступлений и выплат от всей совокупности проектов в пределах горизонта планирования. Требуется максимизировать общий дисконтированный доход. Задача решается с помощью линейного программирования. При этом учитывается привлечение заемных средств и разница нормы дисконта при внутреннем инвестировании и процентов по кредитам. Предложены различные алгоритмы (разной точности) решения задачи. Инвестиции предыдущего временного интервала не влияют на последующие.

План инвестиций фиксированный, т.е. рассматривается m проектов с матрицей потока платежей

$$C = \begin{bmatrix} c_{01}, \dots, c_{n1} \\ c_{02}, \dots, c_{n2} \\ \dots \\ c_{0m}, \dots, c_{nm} \end{bmatrix}, \quad (1.27)$$

где c_{tq} – сумма, которая по проекту q поступает в момент времени t , $q = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, n$.

Элементы c_{tq} могут быть как положительными, так и отрицательными. Если $c_{tq} > 0$, средства поступают на счет инвестора; если $c_{tq} < 0$, средства расходует инвестор. Поток платежей планируется инвестором исходя из своих возможностей. Пусть R_0 – сумма, которую инвестор планирует вложить в портфель в начальный момент времени, x_q – доля средств, вкладываемых в проект q . Требуется отобрать часть проектов из (1.27) таким образом, чтобы совокупный дисконтированный доход от реализации плана инвестиций (т.е. за период $t = 1, \dots, n$) был максимальный.

В зависимости от желания инвестора привлекать заемные средства или инвестировать проекты в пределах собственного капитала приходим к двум постановкам задач.

1 *Заемные средства не привлекаются.* Пусть I_B норма дисконта. Дисконтированные средства инвестора в момент времени k (после выплат) вычисляются по формуле

$$g_k(x) = R_0 + \sum_{q=1}^m p_{kq} x_q, \quad (1.28)$$

где

$$p_{kq} = \sum_{t=0}^m c_{tq} / (1 + I_B)^t. \quad (1.29)$$

Величина дисконтированного дохода в момент времени $t = n$ равна

$$f(x) = \sum_{q=1}^m p_{kq} x_q, \quad (1.30)$$

Таким образом, приходим к следующей задаче линейного программирования:

$$\begin{aligned} f(x) &\rightarrow \max, \\ g_k(x) &\geq 0, \quad k = 0, \dots, n-1, \\ 0 &\leq x_q \leq 1, \quad q = 0, \dots, m. \end{aligned} \quad (1.31)$$

Заметим, что в случае жесткого предложения x_q – булевы переменные, т.е. $x_q = 0$ (проект q не финансируется) либо 1 (проект q финансируется полностью).

2 *Привлечение заемных средств.* Пусть I_3 – ставка займа. Задача приобретает вид:

$$f(x) = b_n = b_{n-1} + \sum_{q=1}^m c_{nq} x_q \rightarrow \max,$$

$$g_k(x) = b_k(x) = \begin{cases} \left[b_{k-1} + \sum_{q=1}^m c_{kq} x_q \right] (1 + I_B), & \text{если } b_{k-1} + \sum_{q=1}^m c_{kq} x_q \geq 0, \\ \left[b_{k-1} + \sum_{q=1}^m c_{kq} x_q \right] (1 + I_3), & \text{если } b_{k-1} + \sum_{q=1}^m c_{kq} x_q < 0, \end{cases} \quad (1.32)$$

$$k = 1, \dots, n-1, 0 \leq x_q \leq 1,$$

где $b_k(x)$ – средства инвестора в момент времени k .

В случае жесткого предложения x_q – булевы. Величины $g_k(x)$ отражают средства инвестора, компаундированные к моменту времени k . Любой заем, невызванный необходимостью, будет уменьшать целевую функцию, так как процент по займам выше нормы дисконта. Особенность этой задачи состоит в том, что ограничения (1.32) относятся к типу "или – или", поэтому допустимая область, задаваемая этими ограничениями, не является выпуклой, а целевая функция $f(x)$ не дифференцируема.

В следующей работе [23] для описания экономической динамики предприятия также используется инструментарий линейного программирования. При этом прибыль по отдельным продуктам фиксирована и задана. План производства также задан. Общий горизонт планирования разбит на года. Фирма имеет одно предприятие. Ищется оптимальный вариант своего бизнеса за некоторый период из T циклов производства, например лет: $t = 1, \dots, T$.

Предприятие выпускает n видов продукции, затрачивая m ресурсов. Каждый вид продукции i характеризуется технологией $A_j = (a_{1j}, \dots, a_{mj}, c_j)$ в виде набора $\{a_{ij}\}$, где a_{ij} – количество единиц ресурса i , затрачиваемого на единицу продукта j и прибыли c_j от единицы продукции. Известны объемы ресурсов $B = (b_1, \dots, b_m)$, которыми располагает предприятие.

$X = (x_1, \dots, x_m)$ – план производства, где x_j – выпуск продукции j , который может быть ограничен \bar{x}_j , $j = 1, \dots, n$.

Рассматривается следующая статическая постановка задачи линейного программирования промышленного предприятия:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j - E_n \sum_{i=m'+1}^m w_i z_i \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i + z_i, i = 1, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i \leq I,$$

$$0 \leq x_j \leq \bar{x}_j, z_i \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n,$$
(1.33)

где E_n – нормативный коэффициент окупаемости инвестиций, $E_n = I/t_n$; t_n – максимально допустимый для бизнеса срок окупаемости инвестиций; I – максимальный общий объем инвестиций; w_i – стоимость единицы ресурса i -го вида; z_i – объем пополнения ресурса i -го вида.

Первые m' ресурсов – оборотные средства, потребляемые в одном производственном цикле, остальные $(m - m')$ – основные средства, используемые во многих производственных циклах.

После решения задачи (1.33) как параметрической в диапазоне значений $I = \{0 < I_1 < \dots < I_N\}$, получают табличные зависимости максимальной дополнительной прибыли $\Phi^*(I)$ и вложений в прирост основного капитала $K^*(I)$ от суммы инвестиций I [первое и второе слагаемое в целевой функции задачи (1.33)].

Функции $\Phi^*(I)$ и $K^*(I)$ аппроксимируются квадратичными парабололами

$$\Phi^*(I) = aI^2 + bI, K^*(I) = cI^2 + dI. \quad (1.34)$$

Динамическая задача оптимизации инвестиций в развитие предприятия следующая:

$$F^* = \max_{(G,t)} \left[\sum_{t=1}^T (\Psi_t(I_t) - E_n \Delta K_t(I_t)) \alpha_t \right],$$

$$0 \leq I_t \leq G + \Phi_0,$$

$$I_{t-1} \leq I_t \leq (I_{t-1} + D_t), t = 2, 3, \dots, T,$$
(1.35)

где Φ_0 – собственные начальные инвестиционные средства предприятия; $\Delta PP(I_t)$ – дополнительная чистая прибыль, полученная от инвестиций; $\Delta K_t(I_t)$ – вложения в прирост основного капитала в году t ; $\psi_t(I_t)$ – функцию дополнительной чистой прибыли предприятия в год t ; α_t – коэффициент дисконтирования прибыли и инвестиций в год t .

$\Delta PP(I_t)$ и $\Delta K_t(I_t)$ получаются как приращения $\Phi^*(I)$ и $K^*(I)$, которые вычисляются по (1.34). Средства на инвестиции в расширение производства предприятие предполагает формировать на основе кредита G в начале периода и собственных накоплений, отчисляемых от чистой прибыли

$S_t = \gamma \Phi_t - \beta_t^k G$, где β_t^k – процент за кредит в год t , γ – коэффициент, учитывающий долю налоговых

отчислений. $\psi_t(I_t) = \gamma \Delta \Phi_t(I_t)$ при объеме чистых инвестиций $I_t = \sum_{s=1}^t \Delta I_s$, где ΔI_s – чистые инвестиции в году s .

Собственные накопленные средства предприятия, которые оно может расходовать на инвестиции в году t , равны

$$D_t = \gamma \Phi_{t-1}(I_{t-1}) - \beta_t G,$$

где $\beta_t = \beta_t^k / 100 + \beta_t^d$; β_t^d – доля возвращаемого кредита в год t .

Задача (1.35) решается методами динамического программирования. Оптимальное решение $\{G^*, I^*\}$ определяет динамику инвестиций и источники финансирования вложений. На источники и распределение инвестиций существенно влияют коэффициент дисконтирования α_t , налоговая ставка γ и условия кредитования.

За критерий оптимальности принимается максимум дисконтированной разницы между дополнительной (сверхнормативной) чистой прибыли, полученной от инвестиций, и вложениями в прирост основного капитала. Временной лаг между инвестициями и вводом в действие соответствующих факторов производства учитывается через нормативный коэффициент приведения. В качестве источников инвестиций предусматривается использование кредита и реинвестирования прибыли. Оптимальное решение (величины инвестиций и заемного капитала) находится с использованием динамического программирования. Снова решая задачу линейного программирования с оптимальными значениями инвестиций и заемного капитала, получаем конкретный план инвестиций для каждого года.

Таким образом, наиболее подходящим для нашей задачи является инструментарий задачи линейного программирования о распределении ресурсов. Не случайно данный аппарат используется в подавляющем числе работ, так или иначе связанных с тематикой научного исследования. Однако классическая постановка задачи недостаточно отражает экономическую основу планирования производства и сбыта промышленного предприятия.

Данную задачу линейного программирования нужно вновь переосмыслить с позиции долгосрочности планирования, возвратности вложенных средств на увеличение ресурсной базы предприятия, а также объединения ресурсного и рыночного подходов к стратегическому менеджменту, описанных в п. 1.1 монографии.

Как показал обзор, математических моделей, учитывающих комплекс указанных выше взаимосвязанных факторов, нет. Однако при обобщении существующих подходов на базе задачи линейного программирования о распределении ресурсов можно построить математическую модель, более адекватно отражающую данную проблему планирования. То есть, имеет смысл постараться максимально учесть факторы, определяющие рыночный и ресурсный подходы, и объединить их в общую модель на базе модифицированной задачи об оптимальном распределении ресурсов с целью максимизации дисконтированной чистой прибыли с учетом инвестиций.

Рассмотренные подходы не удовлетворяют в полной мере требованиям к управлению промышленным предприятием. Некоторые из них применяются для каждого товара в отдельности. При этом не учитываются общие технологические возможности конкретного предприятия, его сильные стороны по отношению к конкурентам. Кроме того, не происходит одновременный поиск оптимальной цены и объемов продаж. Во всех подходах, либо цена, либо объем продаж фиксированы и заданы изначально. Нет такого подхода, который бы свел воедино несколько взаимосвязанных факторов, влияющих на качество управления промышленным предприятием.

ГЛАВА 2

Модели и алгоритмы решения задачи распределения производственных ресурсов промышленного предприятия

2.1 Постановка и математическая модель задачи

Стандартная постановка задачи линейного программирования о распределении ресурсов предприятия (см. п. 1.2) не отвечает современным экономическим реалиям по ряду причин.

1. Объем продаж продукции ограничен как снизу, так и сверху. Это связано с тем, что на каком-либо временном интервале всегда есть ограничение на максимальный объем сбыта. Оно определяется емкостью рынка того или иного продукта. Нижняя планка определяется условием необходимости сохранения некоторой доли рынка сбыта.

2. Исходя из того, что объем продаж некоторого продукта ограничен "сверху", следует, что его объем производства также ограничен максимальным значением. Поэтому для производства не потребуется ресурсов в объеме, большем, чем необходимо для максимального объема, определяемого, исходя из емкости рынка сбыта продукции. Тогда можно отметить, что расход какого-либо ресурса на определенном временном интервале также ограничен "сверху" и "снизу" в соответствии с максимальной и минимальной производственной программой. Кроме того, если рассматривать конкретное предприятие, обладающее к началу горизонта планирования некоторыми запасами ресурсов, то нижняя граница вектора ресурсов b может быть не нулевой (соответствующей нулевой производственной программе), а некоторой b_n .

3. Как правило, для продуктов, выпускаемых предприятием, можно привести графики спроса, или хотя бы фиксированные наборы пар значений (цена, максимальный объем продаж). Параметр "цена" влияет на прибыль предприятия, а соответствующий объем продаж определяет максимальный объем продаж (производства) для некоторого временного интервала.

4. Чтобы увеличить запас ресурса сверх того, которым обладало предприятие на начало горизонта планирования, потребуются инвестиционные вложения в увеличение ресурсов предприятия. Инвестиции, в свою очередь, уменьшают величину прибыли предприятия.

Задача об оптимальном использовании ресурсов предприятия с целью максимизации прибыли должна рассматриваться в рамках средне- и долгосрочного планирования в связи со следующими обстоятельствами.

1 Как правило, стадии жизненного цикла каждой выпускаемой предприятием продукции в сумме значительно больше года. Спрос на продукцию претерпевает значительные колебания в зависимости от конкретной стадии. Однако конкретные товары из номенклатуры продукции предприятия могут находиться на разных стадиях. Так один товар находится в стадии зрелости, другой – стагнации, третий – завоевания рынка. Таким образом, для достижения обзримости при постановке задачи оптимизации необходимо рассматривать с одной стороны долгосрочный горизонт планирования, а с другой – разбивать горизонт планирования на отдельные интервалы времени, продолжительностью не более года в соответствии с рекомендациями [33]. При этом решение задачи долгосрочного планирования сводится к последовательному решению цепочки задач краткосрочного планирования.

2 Для увеличения производственных мощностей с целью соответствия растущим потребностям рынка продукции необходимы инвестиционные вложения. В то же время простаивающие мощности неэффективны. И, наконец, слишком большие инвестиции могут также привести к неэффективности, так как не окупятся дальнейшими продажами продукции. При этом следует отметить и обязательно учесть следующую особенность инвестиций в виде капитальных вложений. Инвестиции, сделанные в определенный момент (или интервал) времени, отражаются на всех последующих интервалах времени в пределах срока службы конкретного объекта капитальных вложений.

Производственная структура предприятия на уровне текущего планирования достаточно инертна, если использовать только краткосрочные организационно-технологические мероприятия. Значительные изменения, если они целесообразны, а, значит, и более полная адаптация к нестандартным ус-

ловиям рынка достигаются за счет реализации долговременных мероприятий, которые дополняются текущими. Выбор этих мероприятий относится к стратегическому управлению. Поэтому степень адаптации производственной структуры к рынку во многом определяется стратегией, а текущий инвестиционный процесс обеспечивает более точную настройку производственной структуры, чем принятая ранее в условиях неопределенности [38].

Целью функционирования коммерческого предприятия является получение максимальной чистой прибыли от осуществляемой деятельности, т.е. дохода, остающегося после выплаты налогов и других платежей до начисления налога на прибыль. Данный показатель учитывает не только структуру себестоимости, но и схему налогообложения. Кроме того, в условиях рыночной экономики необходимо учитывать влияние внешней среды, т.е. рынка. Также, на предприятие оказывают влияние макроэкономические показатели, такие как темп инфляции и процентная ставка Центробанка РФ. Таким образом, появляется задача планирования и управления деятельностью конкретного предприятия так, чтобы удовлетворить требованиям внешней среды, учесть сильные внутренние возможности по отношению к конкурентам в рамках технологической способности, получив при этом максимальную прибыль от всей номенклатуры продукции.

Таким образом, необходимо учесть внутренние возможности предприятия на начало горизонта планирования, требования внешней среды – рынков сбыта выпускаемой продукции и капитальные вложения при возможном расширении производства. Все это следует рассматривать на долгосрочной перспективе, разбивая горизонт планирования на отдельные интервалы времени для более детальной проработки.

Постановку задачи, решающей данную проблему можно представить в следующем виде: по прогнозу на определенный промежуток времени цены и объемов продаж определенной номенклатуры продукции максимизировать общую чистую дисконтированную прибыль предприятия, производящего данную номенклатуру. Результатом решения задачи оптимизации должен являться математически и экономически обоснованный план производства и сбыта предприятия на средне- и долгосрочную перспективу.

Исходной информацией, определяющей дальнейшие состояния предприятия на заданном горизонте планирования, выступают исследования рынка по определенной номенклатуре продукции. Итогом этих исследований являются данные по объемам и ценам заданной номенклатуры продукции на каждом из интервалов в пределах горизонта планирования.

Здесь следует сразу же отметить, что проблема прогнозирования указанных выше показателей в данном исследовании будет опущена с целью упрощения и выделения строго определенной структуры модели предприятия, направленной на определение оптимальной производственной программы. Прогнозирование цен на продукцию для различных объемов продаж является внешней по отношению к поставленной задаче. Поэтому ее можно вывести за рамки данного исследования. Однако важность прогнозирования ни чуть не уменьшается, и при формировании общей системы планирования и управления промышленным предприятием ее качественная реализация является одним из приоритетных направлений.

Горизонт планирования должен быть поделен на интервалы продолжительностью не более года. Продолжительность интервалов, на которые разбивается горизонт планирования, фиксированная и является входной информацией для системы планирования.

Основываясь на состоянии предприятия на начало интервала планирования и исследованиях рынка на горизонте планирования, необходимо осуществить планирование будущей деятельности предприятия на заданном горизонте планирования. Критерием оптимальности в рассматриваемой задаче выступает дисконтированная чистая прибыль предприятия за весь горизонт планирования по всем продуктам, отобранным в ходе решения задачи оптимизации. При этом должны учитываться рыночные ограничения на максимальный выпуск продукции и связанный с ним максимальный расход ресурсов, необходимых для ее производства.

Кроме того, в целевой функции следует учесть потребность в инвестиционных вложениях на увеличение ресурсной базы до уровня, требуемого для оптимального по величине прибыли объема производства и продаж.

В современных условиях стабилизации экономики России и появления возможности достаточно точного прогнозирования ее развития на средне- и долгосрочную перспективу вновь возникает вопрос о планировании деятельности ее составляющих, в частности, промышленных предприятий. Однако следует учесть тот факт, что, в отличие от плановой экономики СССР, в настоящее время коммерческие

предприятия должны для поддержания своего существования рассчитывать, как правило, только на себя. Поэтому ключевым и определяющим фактором, влияющим на состояние предприятия, является его прибыльность, т.е. способность возвращать вложенные в него средства, как государственные, так и, в первую очередь, частные. При этом на прибыльность предприятия оказывают влияние как внутренние факторы (ресурсная база), так и внешние (динамика спроса на продукцию предприятия, стоимость инвестиций).

Переход промышленных предприятий в России на работу в условиях стихийно управляемого рынка, полного самоуправления и самофинансирования предусматривает:

- самостоятельное обеспечение технического, производственного и социального развития за счет заработанных средств;
- полную ответственность за результаты хозяйственной деятельности, за выполнение обязательств перед поставщиками и потребителями, бюджетом и банками;
- осуществление внутренней перестройки планирования на основе расширения прав и усиления экономической ответственности филиалов, цехов и отделов предприятий за обеспечение и повышение стабильности их работы;
- ориентация предприятия на получение прибыли.

Прибыль становится основой успешной деятельности предприятий как главный обобщающий экономический показатель, источник, обеспечивающий экономическое, научно-техническое и социальное развитие. Устанавливается прямая зависимость между ресурсами, эффективностью работы и доходами, которыми самостоятельно распоряжаются предприятия. Возрастает роль внутрифирменного планирования. С помощью плана связывается выпуск продукции на предприятии с потребностями рынка [57].

Таким образом, в соответствии с принципом маржинальности, описанным выше, возникает задача максимизации прибыли предприятия на некотором горизонте планирования. Рассмотрим подробно структуру функции прибыли промышленного предприятия и сформируем требования к целевой функции нашей задачи долгосрочного планирования производства и сбыта.

За критерий оптимальности следует принимать общую чистую дисконтированную прибыль за весь горизонт планирования. Необходимость дисконтирования составляющих прибыли определяется требованиями рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов и составления бизнес-планов инвестиционных проектов. Дисконтирование денежных потоков позволяет учесть разновременность затрат и поступлений, сводя их к единому моменту времени с использованием некоторой ставки дисконтирования, определяемой участниками инвестиционного проекта.

Целевая функция общей дисконтированной прибыли предприятия

$$Q = \sum_{t=1}^T [d_t \sum_{i=1}^n q_{it} x_{it} - d_{t-1} I(b_{t-1}, b_t)] \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

где t – номер интервала времени; T – число интервалов времени, на которые разбит горизонт планирования; d_t – коэффициент дисконтирования для t -го интервала времени; Q – общая дисконтированная прибыль предприятия за T ; n – число планируемых к выпуску продуктов; q_{it} – прибыль от единицы i -го продукта за t -й интервал времени; x_{it} – объем продаж i -го продукта за t -й интервал времени; b_t – запас ресурсов предприятия на t -м интервале времени; $I(b_{t-1}, b_t)$ – величина инвестиций на увеличение запасов ресурсов предприятия от b_{t-1} до b_t .

При этом $Q \geq 0$, т.е. накладывается условие, что предприятие неубыточно.

Здесь следует отметить, что отдельные технологии производства продукта x_i можно рассматривать как технологии производства другого продукта, схожего с продуктом x_i , либо как альтернативные технологии производства того же продукта x_i . Вообще, как правило, один и тот же продукт, сделанный по разным технологиям, зачастую все-таки различается (разное качество, другая модификация и т.п.).

Важно то, что в процессе решения задачи оптимизации определяется конечный набор технологических цепочек конкретного промышленного предприятия, производящего определенный набор продукции, общая дисконтированная прибыль от реализации которого максимальна.

Чтобы увеличить запас ресурса сверх того, которым обладало предприятие на начало горизонта планирования, потребуются инвестиционные вложения. Инвестиции, в свою очередь, уменьшают величину прибыли предприятия.

Рассмотрим подробно структуру функции прибыли промышленного предприятия

$$q_{it} = p_{it} - c_{it},$$

где p_{it} – цена i -го продукта на t -м интервале времени; c_{it} – себестоимость i -го продукта на t -м интервале времени.

Себестоимость выпускаемой продукции можно разделить на следующие основные группы: условно-постоянные издержки, условно-переменные издержки, амортизация, налоги (включаемые в себестоимость и отчисления с заработной платы):

$$c_{it} = TFC_{it} + TVC_{it} + A_{it} + N_{it}.$$

Введем следующие обозначения:

m – количество видов издержек;

FC_s – постоянные издержки s -го вида;

D_i – доля продукта i -го вида в общих постоянных издержках (TFC);

TFC – общие постоянные издержки производства и реализации для некоторой производственной программы.

Тогда для t -го интервала времени имеют место следующие соотношения:

$$\sum_{i=1}^n D_i = 1,$$

$$TFC = \sum_{s=1}^m FC_s,$$

$$TFC_i = TFC D_i,$$

где TFC_i – общие постоянные издержки продукта i -го вида.

$$UVC_i = \sum_{j=1}^m UVC_{ij},$$

где UVC_{ij} – переменные издержки j -го вида для производства единицы продукции i -го вида; UVC_i – переменные издержки на единицу i -го вида продукции.

Величина общих переменных издержек на производство продукции i -го вида

$$TVC_i = UVC_i x_i.$$

Общие издержки на производство продукции i -го вида:

$$TC_i = TFC_i + TVC_i.$$

Амортизация A_{it} , относимая на себестоимость i -го продукта в t -й интервал времени определяется по следующей формуле:

$$A_{it} = AR_{it} \left(\sum_{s_1} FD_{is_1}(0) \right) + AI_{it} \left(\sum_{s_2} \sum_{r=0}^{r=t} I_{is_2}(r) \right),$$

$$\text{при } FD_{is_1}(0) - \sum_{r=0}^t IZ_{is_1}(r) > 0 \text{ и } \sum_{r=0}^{r=t} [I_{is_2}(r) - IZ_{is_2}(r)] > 0, \forall s_1 \text{ и } s_2,$$

где AR_{it} – амортизационные отчисления от ранее созданных основных фондов на i -й продукт в t -й момент времени; AI_{it} – амортизационные отчисления от вновь созданных основных фондов на i -й продукт в t -й момент времени; s_1 – количество ранее созданных основных фондов; s_2 – количество вновь созданных основных фондов; $FD_{is_1}(0)$ – первоначальная стоимость ранее созданного s_1 -го основного фонда на начальный момент, отнесенная на i -й продукт; $I_{is_2}(r)$ – инвестиции в s_2 -й объект в r -й момент времени, отнесенные на i -й продукт; $IZ_{is_1}(r)$ и $IZ_{is_2}(r)$ – начисленный износ на s_1 -й и s_2 -й объект в r -й момент времени, отнесенный на i -й продукт.

Следует отметить, что структура налогов может значительно видоизменяться в зависимости от типа предприятия и производимой им продукции. Поэтому структура налоговой составляющей себестоимости N_{it} не конкретизируется в данном научном исследовании с целью упрощения дальнейших математических построений. Кроме того, оптимизация налоговой составляющей себестоимости является отдельной важной задачей управления промышленным предприятием, выходящей за рамки данного научного исследования.

Система ограничений на расход ресурсов для t -го интервала времени имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_{ij} x_{it} \leq b_{jt}, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ x_{it}^{\max} \geq x_{it} \geq x_{it}^{\min}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \end{cases} \quad (2.2)$$

$$b_{jt}^{\max} \geq b_{jt} \geq b_{jt-1},$$

где a_{ij} – расход j -го ресурса на производство единицы i -го продукта; m – число ресурсов, необходимых для производства n продуктов; x_{it}^{\max} – максимальный объем продаж i -го продукта за t -й интервал времени; x_{it}^{\min} – минимальный объем продаж i -го продукта за t -й интервал времени; b_{jt}^{\max} – максимально допустимый расход j -го ресурса, определяемый исходя из условия выполнения максимальной производственной программы x_i^{\max} .

В дополнение к (2.1) – (2.2) накладываются следующие условия, связанные со значением прибыли от единицы выпускаемой продукции на t -м интервале времени:

$$\begin{cases} q_{it}^{\min} \leq q_{it} \leq q_{it}^{\max}, & i = 1, \dots, n, \\ x_{it}^{\max} = f_{it}(q_{it}), \end{cases} \quad (2.3)$$

где q_{it}^{\min} – минимальное значение прибыли от единицы i -го продукта на t -м интервале времени; q_{it}^{\max} – максимальное значение прибыли от единицы i -го продукта на t -м интервале времени; $f_{it}(q_{it})$ – значение функции спроса на i -й продукт на t -м интервале времени, определяемое исходя из прибыли от единицы i -го продукта на t -м интервале времени.

Здесь следует отметить, что вообще функция спроса есть зависимость объема продаж от цены, но для упрощения в математической модели была взята величина прибыли, которая определяется как разность цены и себестоимости (минус налоговые выплаты и прочие затраты). Таким образом, можно отметить, что существует некоторая функция $f(q)$, характеризующая зависимость объема продаж от величины прибыли от единицы продукции при данном объеме продаж.

Величина $I(b_{t-1}, b_t)$ определяется по следующей формуле:

$$I(b_{t-1}, b_t) = \begin{cases} \sum_{j=1}^m [(b_{jt} - b_{jt-1}) \Delta I_{jt}^+], & \forall j \ni b_{jt} > b_{jt-1}, \\ 0, & \forall j \ni b_{jt} = b_{jt-1}, \\ \sum_{j=1}^m [(b_{jt} - b_{jt-1}) \Delta I_{jt}^-], & \forall j \ni b_{jt} < b_{jt-1}, \end{cases} \quad (2.4)$$

где ΔI_{jt}^+ – величина инвестиций, необходимая для увеличения запаса j -го ресурса в t -й интервал времени на единицу; ΔI_{jt}^- – ликвидационная стоимость "лишнего" ресурса, получаемая предприятием при уменьшении запаса j -го ресурса в t -й интервал времени на единицу.

Таким образом, требуется максимизировать общую прибыль предприятия, определить оптимальные цены на выпускаемую продукцию, объемы продаж, изменения запасов ресурсов предприятия и связанные с этим дополнительные инвестиции или доходы от их реализации.

В задаче (2.1) – (2.4) параметры a_{ij} и b_{jt} для трудозатрат и затрат машин, оборудования определяются на основе технологического регламента производства продукции и продолжительности интервала t . Единицей измерения для них служат норма-часы. При этом значения ΔI_{jt}^+ , т.е. стоимость одного норма-часа, можно получить, исходя из стоимости привлечения единицы конкретного ресурса в течение одного часа с учетом срока полезного использования для оборудования или величины оплаты труда производственного персонала. Однако сырье и материалы измеряются в натуральном выражении (кг, шт. и т.п.).

2.2 ГРАФИЧЕСКАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ ПРОЦЕССА НАХОЖДЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Каждое из n ограничений на объемы продаж

$$x_i^{\max} \geq x_i \geq x_i^{\min}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

представляет собой выпуклый многогранник, лежащий в неотрицательной области n -мерного евклидова пространства E^n .

Каждое из m ограничений-неравенств

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \leq b_j, \quad j=1,2,\dots,m$$

определяет замкнутое полупространство в E^n , а именно множество точек, либо принадлежащих гиперплоскости, либо расположенных по одну сторону от нее. Пересечение замкнутых полупространств из E^n представляет собой выпуклое многогранное множество, или также выпуклый многогранник, если это множество ограничено.

Таким образом, допустимое множество решений, т.е. множество всех векторов x , удовлетворяющих $m + n$ ограничениям объему продаж и расходу ресурсов (2.2), представляет собой замкнутое выпуклое многогранное множество, расположенное в неотрицательной области n -мерного евклидова пространства

$$\left\{ x \in E^n \mid \sum_{i=1}^n a_{ij}x_i = b_j \right\}.$$

Поверхность уровня целевой функции

$$\{x \in E^n \mid qx = \text{const}\}$$

представляет собой гиперплоскость в E^n . Если придавать константе q различные значения, то получим семейство параллельных гиперплоскостей. Направление наискорейшего роста задается градиентом, т.е. вектором-строкой из E^n , ортогональным к поверхности уровня

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = q.$$

С геометрической точки зрения задача линейного программирования состоит в отыскании точки (или множества точек) в E^n , принадлежащей допустимому выпуклому многогранному множеству, в которой достигается поверхность наибольшего уровня [19]. Из геометрических представлений ясно, что если решение существует, то оно не может быть внутренней точкой, а должно принадлежать границе допустимого множества. Следовательно, решением может являться точка, принадлежащая одной или нескольким граням, или, что эквивалентно, решением является одна вершина или несколько вершин и все точки, лежащие между этими вершинами, т.е. все выпуклые линейные комбинации этих вершин [19].

В случае, когда решение достигается в двух вершинах (на всей грани), т.е. когда решение не единственно, угол наклона параллельных линий уровня равняется углу наклона наивысшей граничной гиперплоскости. Решение достигается в двух вершинах и во всех точках прямой, соединяющей эти вершины. В трехмерном пространстве решением может быть точка вершины (пересечение трех или больше граней), отрезок прямой (пересечение двух граней) или часть некоторой плоскости (грань). Хотя решение может быть неединственным, максимальное значение целевой функции единственно.

Так как допустимое множество выпукло, а целевая функция линейна, то по теореме о достаточных условиях существования максимума локальный максимум является глобальным. Следовательно, если в вершине допустимого множества целевая функция принимает значение большее (или равное), чем во всех соседних вершинах, то данная вершина является решением задачи.

Так как целевая функция непрерывна, а допустимое множество замкнуто, то по теореме Вейерштрасса решение существует в том случае, если допустимое множество не пусто и ограничено.

Рассмотрим ряд конкретных примеров поставленной задачи (2.1) – (2.4) с целью иллюстрации отличий процесса нахождения решения от стандартной постановки задачи линейного программирования.

Задача 1 Пусть планируются к продаже два продукта: x_1 и x_2 на одном временном интервале [параметр t в модели (2.1) – (2.4) опущен]. Коэффициент дисконтирования равен единице. Целевая функция имеет следующий вид: $Q = 10x_1 + 15x_2 - I$, т.е. существует один вариант прибыли от единицы продукции и максимального объема продаж. Начальный запас ресурсов $b_0 = (4000, 7000, 4000)$. Система ограничений следующая:

$$\begin{cases} 250 x_1 + 150 x_2 \leq b_{11}, \\ 350 x_1 + 250 x_2 \leq b_{12}, \\ 100 x_1 + 200 x_2 \leq b_{13}, \\ 0 \leq x_1 \leq 20, \\ 0 \leq x_2 \leq 30. \end{cases}$$

Тогда максимально допустимый расход ресурсов $b_1^{\max} = (250 \cdot 20 + 150 \cdot 30 = 9500; 350 \cdot 20 + 250 \cdot 30 = 14500; 100 \cdot 20 + 200 \cdot 30 = 8000)$.

Пусть увеличение запаса ресурса 1 на 100 единиц потребует инвестиций в размере $\Delta I_1 = 5$, ресурса 2 на 100 единиц – $\Delta I_2 = 3$, ресурса 3 на 100 единиц – $\Delta I_3 = 6$. Тогда для выполнения максимальной производственной программы, требующей запас ресурсов b_1^{\max} , необходимы инвестиции в размере: $I(b_0, b_1^{\max}) = 275 + 225 + 240 = 740$. Целевая функция примет вид: $Q = 10x_1 + 15x_2 - 740$.

На рис. 2.1 представлены три различных варианта взаимного расположения системы ограничений и целевой функции:

1 Вариант для $Q_{\min}, L_{1\min}, L_{2\min}, L_{3\min}$. Он соответствует "минимальному" расходу ресурсов $b_0 = (4000, 7000, 4000)$. При этом величина инвестиций в увеличение запаса ресурсов $I(b_0, b_0) = 0$. Тогда целевая функция имеет вид: $Q_{\min} = 10x_1 + 15x_2$.

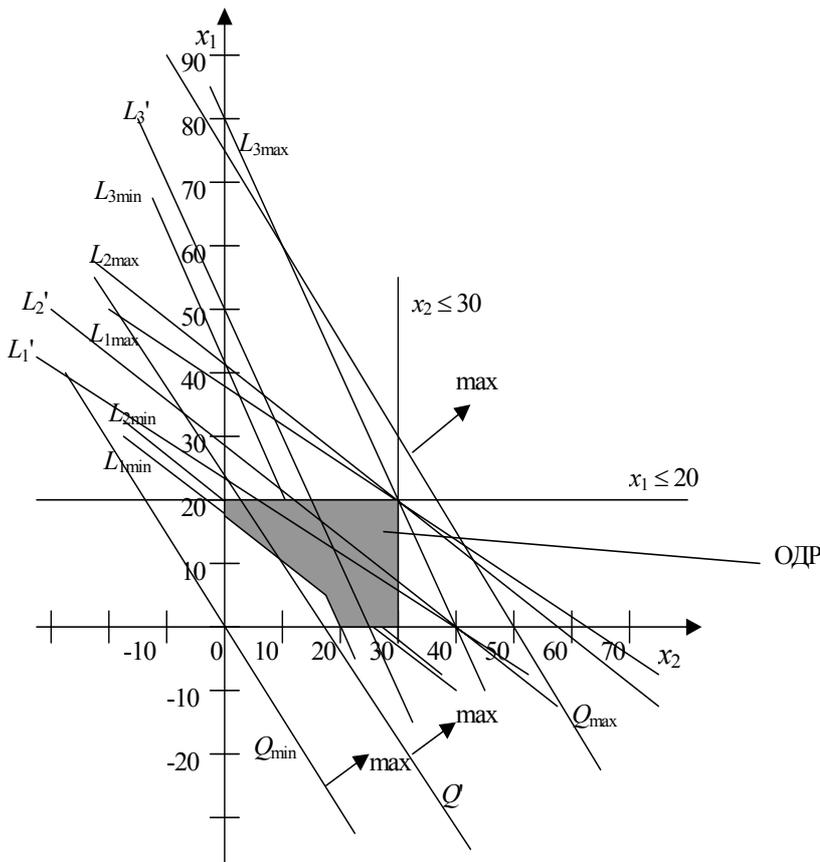


Рис. 2.1 Графическая иллюстрация задачи 1:

L_1, L_2, L_3 – ограничения на максимальный расход ресурсов; Q – целевая функция;

$x_1 \leq 20$ и $x_2 \leq 30$ – ограничения на максимальный выпуск продукции;

ОДР – область изменения расположения допустимых решений задачи оптимизации

2 Вариант для $Q_{\max}, L_{1\max}, L_{2\max}, L_{3\max}$. Он соответствует "максимальному" расходу ресурсов $b_1^{\max} = (9500, 14500, 8000)$. При этом величина инвестиций в увеличение запаса ресурсов $I(b_0, b_1^{\max}) = 740$. Тогда целевая функция имеет вид: $Q_{\max} = 10x_1 + 15x_2 - 740$.

3 Вариант для Q', L_1', L_2', L_3' . Данный вариант является промежуточным между первым и вторым ("минимальным" и "максимальным" или "безинвестиционным" и вариантом с максимальными инвестициями в увеличение запаса ресурсов предприятия). При этом $b_1' = (6000, 10000, 5000)$, величина инвестиций $I(b_0, b_1') = 100 + 90 + 60 = 250$, целевая функция прибыли имеет вид: $Q' = 10x_1 + 15x_2 - 250$.

Как видно из рис. 2.1 область допустимых решений варьируется в пределах области ОДР. Нижняя ее граница соответствует "минимальному" варианту запасов ресурсов b_0 , а верхняя – максимальному b_1^{\max} . При решении задачи оптимизации прямая, соответствующая целевой функции Q , смещается в направлении, указанном на рисунке, т.е. вправо – вверх. При этом по рис. 2.1, для вариантов Q_{\min} и Q' указанные прямые лежат ниже верхней границы области допустимых решений, соответствующей данным вариантам, т.е. решение задачи оптимизации существует. Однако, для варианта Q_{\max} прямая, соответст-

вующая целевой функции, выходит за верхний край области допустимых решений. Таким образом, решения задачи оптимизации не существует.

Далее, как видно из рис. 2.1, максимальное значение Q для варианта Q' больше, чем для варианта Q_{\min} . Нетрудно заметить, что и вариант Q' не самый оптимальный (есть постановки задачи, для которых $Q^* \geq Q'$).

Таким образом, возникает задача определения такого варианта b_1^* и соответствующего ему значения целевой функции $Q_{\min} < Q^* < Q_{\max}$, при котором решение будет существовать и при этом являться максимальным среди всех допустимых решений.

Теперь рассмотрим задачу (2.1) – (2.4) для нескольких вариантов прибыли от единицы и соответствующего максимального объема продаж.

Задача 2 Пусть планируются к продаже два продукта: x_1 и x_2 на одном временном интервале. Пусть прибыль от единицы первого продукта изменяется в диапазоне (8...20) при функции спроса $x_1^{\max} = 200 / q_1$. Прибыль от единицы второго продукта находится в диапазоне (12...30) при функции спроса $x_2^{\max} = 450 / q_2$. Начальный запас ресурсов предприятия $b_0 = (4000, 7000, 4000)$. Пусть увеличение запаса ресурса 1 на 100 единиц потребует инвестиций в размере $\Delta I_1 = 5$, ресурса 2 на 100 единиц – $\Delta I_2 = 3$, ресурса 3 на 100 единиц – $\Delta I_3 = 6$.

Представим данную задачу графически для двух вариантов q . Пусть первый вариант прибыли $q = (10; 15)$. Ему соответствует максимальный объем производства продукции $x^{\max} = (20; 30)$. Пусть второй вариант прибыли $q = (8; 12)$. Ему соответствует максимальный объем производства продукции $x^{\max} = (25; 37,5)$. Целевая функция имеет следующий вид: $Q = 10x_1 + 15x_2 - I$ для первого варианта и $Q = 8x_1 + 12x_2 - I$ для второго. Максимально допустимый расход ресурсов для первого варианта $b_1^{\max} = (9500, 14500, 8000)$, для второго варианта $b_1^{\max} = (11875, 18125, 10000)$. При этом максимальная величина инвестиций для первого варианта $I^{\max} = 5 \cdot 55 + 3 \cdot 75 + 6 \cdot 40 = 740$, для второго $I^{\max} = 5 \cdot 78,75 + 3 \cdot 111,25$

+ 6 \cdot 60 = 1087,5. Система ограничений (2.2) определяется b_1 и x^{\max} и примет следующий вид:

$$\begin{cases} 250 x_1 + 150 x_2 \leq b_{11}, \\ 350 x_1 + 250 x_2 \leq b_{12}, \\ 100 x_1 + 200 x_2 \leq b_{13}, \\ 0 \leq x_1 \leq x_1^{\max}, \\ 0 \leq x_2 \leq x_2^{\max}. \end{cases}$$

На рис. 2.2 сплошными линиями изображен первый вариант. Пунктирными линиями изображен второй вариант, для обозначения которого использовался индекс (*). Обозначениями с индексом min отмечены прямые, соответствующие задаче оптимизации с запасом ресурсов $b_1 = b_0$. Обозначениями с индексом max отмечены прямые, соответствующие задаче оптимизации с запасом ресурсов $b_1 = b_1^{\max}$. Обозначениями со штрихом ' отмечены прямые, соответствующие задаче оптимизации с запасом ресурсов $b_1 = (6000, 10000, 5000)$.

Как видно из рис. 2.2 задача 2 для второго варианта прибыли и максимального объема производства отличается от первого варианта:

- 1 Появилась новая постановка задачи оптимизации.
- 2 Прямые целевой функции приобрели другой наклон (Q_{\min}^* , Q^* , Q_{\max}^*) и расположение относительно первого варианта.
- 3 Область изменения расположения допустимых решений задачи оптимизации расширилась и составила $ОДР + ОДР_1$. При этом ее "нижняя" граница осталась прежней b_0 , а "верхняя" сместилась из b_1^{\max} для первого варианта в b_1^{\max} для второго, т.е. расширилась.

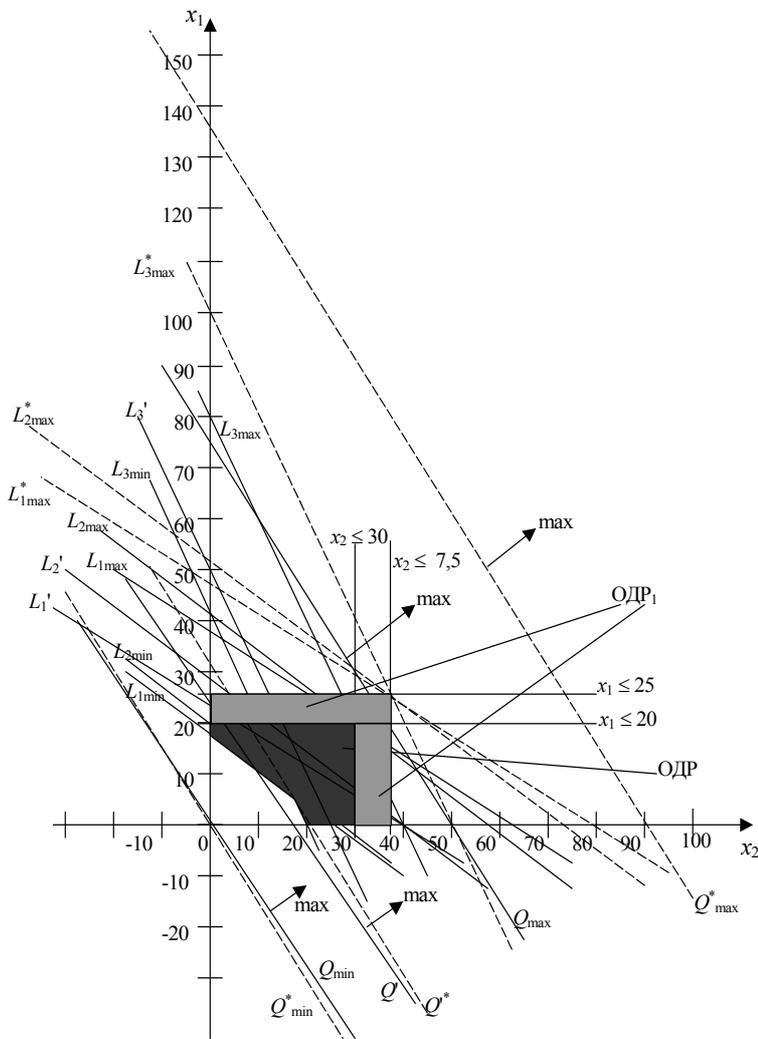


Рис. 2.2 Графическая иллюстрация задачи 2:

L_1, L_2, L_3 – ограничения на максимальный расход ресурсов; Q – целевая функция;
 $x_1 \leq 20, x_2 \leq 30$ и $x_1 \leq 25, x_2 \leq 37,5$ – ограничения на максимальный выпуск
 продукции; ОДР – область изменения расположения допустимых решений задачи оптимизации для
 первого варианта q – прибыли от единицы продукции;
 ОДР + ОДР₁ – область изменения расположения допустимых решений задачи
 оптимизации для второго варианта q

Следует отметить, что для второго варианта прибыли q прямая Q_{\max}^* оказалась выше области допустимых решений, ограниченной прямыми $L_{1\max}^*, L_{2\max}^*, L_{3\max}^*, x_1 \leq 25, x_2 \leq 37,5$. Таким образом, при условии, что $Q \geq 0$, решения задачи оптимизации вообще не существует.

2.3 АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Методы нахождения решения стандартной задачи линейного программирования хорошо изучены и реализованы как в виде алгоритмов, так и в виде программ [1, 3, 59]. Однако, из-за нестандартности математической модели, добавления в нее систем (2.3) и (2.4), необходимо найти другие пути поиска решений задачи исследования, нежели алгоритмы линейного программирования.

Поэтому рассмотрим ряд наиболее мощных и удобных в применении к задаче долгосрочного планирования и управления промышленным предприятием алгоритмов поиска экстремума [4, 53, 54].

В данной работе будут использованы методы прямого поиска. Их привлекательность для решения поставленной задачи заключается в отсутствии необходимости вычислять производные функции, что требуется в градиентных методах. Это становится важным в связи с линейностью целевой функции. В тоже время, размерность задачи может быть достаточно велика. Поэтому следует выбирать методы с наименьшими вычислениями на каждой итерации.

На разработку методов прямого поиска для определения минимума функций n переменных было затрачено много усилий. Методы прямого поиска являются методами, в которых используются только значения функции. Мы рассмотрим подробно лишь два из них. Практика показала, что эти два метода эффективны и применимы для широкого числа приложений и обладают удобными программными реализациями.

Метод Нелдера–Мида (называется также поиском по деформируемому многограннику) является развитием симплексного метода Спендли, Хекста и Химсворта [4] для регулярного симплекса. Идея метода состоит в сравнении значений функции в $(n + 1)$ вершинах симплекса и перемещении симплекса в направлении оптимальной точки с помощью итерационной процедуры. Нелдер и Мид предложили несколько модификаций этого метода, допускающих, чтобы симплексы были неправильными.

В методе Спендли, Хекста и Химсворта симплекс перемещается с помощью трех основных операций: отражения, растяжения и сжатия. Нелдер и Мид реализуют их в виде коэффициентов соответственно $\alpha = 1$, $\beta = 0,5$ и $\gamma = 2$. Такой выбор основан на результатах экспериментов с различными комбинациями значений [4]. Эти значения параметров позволяют методу быть эффективным, но работать в различных сложных ситуациях.

Таким образом, метод Нелдера–Мида более прост (с точки зрения количества вычислений значений целевой функции) и применим в условиях отсутствия ограничений типа $g_i(x) \leq b_i$ при $i = 1, 2, \dots, m$. Его будет удобно использовать для определения оптимальных значений прибыли от единицы продукции в диапазоне $q^{\min} \leq q \leq q^{\max}$ и запасов ресурсов в диапазоне $b^{\min} \leq b \leq b^{\max}$. В случае выхода переменных за границы диапазона, целевой функции будет присваиваться заведомо "плохое" значение (метод "штрафных функций").

Второй метод – метод Бокса – является, по существу, модификацией симплексного метода Нелдера–Мида, однако позволяет учитывать системы ограничений. Бокс назвал его комплексным методом.

Решаемая задача состоит в минимизации функции

$$f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где x определяется явными ограничениями

$$l_j \leq x_j \leq u_j \text{ при } j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.5)$$

и неявными ограничениями

$$g_i(x) \leq b_i \text{ при } i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.6)$$

Если целевая функция $f(x)$ выпукла и функции $g_i(x)$ тоже выпуклы, то задача будет иметь единственное решение [13]. Значения l_j и u_j являются нижней и верхней границами переменных. Если в конкретной задаче заданные переменные теоретически не имеют ограничений, то предположение о наличии у них "безопасных" границ, т.е. границ, включающих оптимум, позволит применить комплексный метод.

Данный метод является также итерационным. В нем предполагается, что известны значения n и m , l_j и u_j и начальная точка x_1 , удовлетворяющая ограничениям (2.5) и (2.6). В первую очередь необходимо выбрать k точек (называемых комплексом), которые удовлетворяют ограничениям, а также вычислить целевую функцию во всех k точках. Бокс обнаружил, что k должно быть больше $(n + 1)$ – числа точек, используемых в симплексном методе Нелдера–Мида и положил $k = 2n$ [13].

Как упоминалось выше, предполагается, что точка x_1 , удовлетворяющая всем ограничениям, задана. Остальные точки, удовлетворяющие неравенству (2.5), могут быть выбраны следующим образом:

$$x_{ij} = l_j + r(u_j - l_j) \quad (2.7)$$

для $j = 1, 2, \dots, n$ и $i = 2, 3, \dots, k$, где r – псевдослучайная равномерно распределенная переменная в интервале $(0; 1)$.

Точки, выбираемые в соответствии с уравнением (2.7) для данного j , будут автоматически удовлетворять неравенству (2.5). Если эти точки удовлетворяют также неравенству (2.6), то они принимаются в качестве начальных точек комплекса. Если точка, выбранная в соответствии с уравнением (2.7), не

удовлетворяет неравенству (2.6), то она смещается на половину расстояния до центра тяжести множества уже принятых точек, т.е. формируется точка

$$x'_i = (x_i + x_c)/2, \quad (2.8)$$

где

$$x_c = \frac{1}{i-1} \sum_{e=1}^{i-1} x_e. \quad (2.9)$$

Если точка в соотношении (2.8) все еще не является допустимой, то описанная соотношением (2.7) процедура повторяется вновь до тех пор, пока точка не станет допустимой. Если функция $g_i(x)$ выпукла, то, в конце концов, ограничения будут выполняться. Данное заключение становится важным в связи с выпуклостью многогранника решений задачи (2.1) – (2.4). Конечно, поскольку точка x_1 находится внутри области ограничений, то комплекс будет состоять из допустимых точек.

Выбор $k = 2n$ и коэффициента отражения $\alpha = 1,3$ является эмпирическим правилом, предложенным Боксом. Первое значение частично предотвращает преждевременное сжатие комплекса. Коэффициент отражения

$\alpha > 1$ позволяет комплексу расширяться и перемещаться в нужном направлении. Перемещения на половину расстояния от начальной точки к центру сжимают комплекс. Поэтому комплекс может перемещаться внутри допустимой области вдоль границ и огибать углы в местах пересечения ограничений.

Способ выбора начального комплекса означает, что легко может быть сделано несколько перемещений. Очевидно, что будет сделано более одного перемещения даже в том случае, когда метод преждевременно сходится по причине какой-нибудь особенности используемых точек.

Комплексный метод применим к широкому кругу задач с ограничениями [4]. Если целевая функция выпукла и, кроме того, выпукла область ограничений, то применение метода будет успешным, хотя определенные особенности задачи могут потребовать некоторой модификации условия завершения поиска.

Необходимо также обратить внимание на проверку того, что был ли найден не локальный, а глобальный минимум. Бокс полагает, что, произведя более одного запуска программы при различных начальных точках, можно решить эту проблему с помощью вышеописанного метода. Случайный характер формирования начального комплекса означает, что первоначально формируется хорошее покрытие области ограничений и поэтому

существует тенденция сходимости к глобальному минимуму. Сходимость к одному и тому же значению при нескольких запусках программы подтверждает это.

Метод Бокса является развитием метода Нелдера–Мида для решения задач оптимизации с ограничениями типа $g_i(x) \leq b_i$ при $i = 1, 2, \dots, m$. Его целесообразно применять для решения задачи поиска оптимального значения объемов продаж в диапазоне $x^{\min} \leq x \leq x^{\max}$ при ограничениях (2.2).

Фактически, данный метод будет применяться для решения задачи линейного программирования с модифицированной целевой функцией, учитывающей инвестиции. Данный метод легко программируем и, как правило, позволяет гарантированно отыскать глобальный экстремум.

Таким образом, можно применить следующую комбинацию методов прямого поиска.

1 Первой версией метода Нелдера–Мида отыскивается оптимальное значение прибыли от единицы выпускаемой продукции в диапазоне $q^{\min} \leq q \leq q^{\max}$.

2 Второй версией метода Нелдера–Мида определяется оптимальное значение нового запаса ресурсов предприятия в диапазоне $b^{\min} \leq b \leq b^{\max}$ при выбранном предыдущей версией значении q .

3 Методом Бокса определяется численное значение целевой функции чистой дисконтированной прибыли и соответствующих объемов продаж при выбранных предыдущими методами значения q и b .

С ЦЕЛЬЮ ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА С ПОСТЕПЕННЫМ УСЛОЖНЕНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ПАРАМЕТРОВ ОПТИМИЗАЦИИ, РАССМОТРИМ, В НАЧАЛЕ, АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (2.1) – (2.4) ДЛЯ ОДНОГО ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ, Т.Е. ПАРАМЕТР T В УКАЗАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БУДЕТ ОПУЩЕН. ТАКИМ ОБРАЗОМ СУММИРОВАНИЕ В ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ БУДЕТ ТОЛЬКО ПО I (2.1). КРОМЕ ТОГО, ИЗ-ЗА ОТСУТСТВИЯ ПАРАМЕТРА ВРЕМЕНИ, ДИСКОНТИРОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ПРОИЗВОДИТЬСЯ НЕ БУДЕТ.

АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СЛЕДУЮЩИЙ.

1 Формируются следующие исходные данные: диапазоны изменения прибыли от единицы продукции $q^{\min} \leq q \leq q^{\max}$; начальный запас ресурсов предприятия b_0 ; функции спроса на продукцию $x^{\max} =$

$f(q)$; системы технологических ограничений (2.2); функция инвестиций $I(b_0, b_1)$, где b_1 – конечный запас ресурсов предприятия; ΔI – величина инвестиций на увеличение ресурсов предприятия на единицу.

2 С использованием первой версии метода Нелдера–Мида производится поиск оптимального варианта прибыли от единицы продукции q в указанном диапазоне.

3 Соответствующий q максимальный объем продаж x^{\max} определяется, исходя из функции спроса на продукцию.

4 С использованием второй версии метода Нелдера–Мида для выбранного варианта q и x^{\max} происходит поиск оптимального варианта запасов ресурсов предприятия b . При этом x^{\max} определяет верхнюю границу варьирования

$$b^{\max} = A x^{\max},$$

где A – матрица расхода ресурсов на производство единицы продукции.

5 Для выбранных вариантов q и b происходит поиск оптимального решения (объемов продаж x) с использованием метода Бокса. Общая величина чистой прибыли определяется как разность суммы прибылей от всех продуктов и инвестиций, связанных с увеличением ресурсной базы предприятия.

ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВЫСТРАИВАЕТСЯ ИЕРАРХИЯ ДВУХ ВЕРСИЙ (КОПИЙ) МЕТОДОВ НЕЛДЕРА–МИДА И ОДНОГО МЕТОДА БОКСА. НА РИС. 2.3 ПРИВЕДЕНА БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОДНОГО ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ.

Решим конкретный пример поставленной задачи. Пусть планируются к продаже два продукта: x_1 и x_2 на одном временном интервале (параметр t в модели (2.1) – (2.4) опущен). Коэффициент дисконтирования примем равным единице.

Пусть для первого продукта функция спроса имеет следующий вид: $x_1^{\max} = -1,4q_1 + 50$, а для второго продукта: $x_2^{\max} = -1,6q_2 + 70$. Диапазон изменения прибыли от единицы для первого продукта: $q_1 = (5 \dots 30)$, для второго продукта: $q_2 = (10 \dots 40)$. Начальный запас ресурсов $b_0 = (4000, 7000, 4000)$. Рассмотрим два варианта инвестиций на увеличения запаса ресурсов на 100 единиц: $\Delta I_1 = (5; 3; 6)$ и $\Delta I_2 = (1; 0,6; 1,2)$.

Система ограничений определяется b_1 и x^{\max} и имеет следующий вид:

$$\begin{cases} 250 x_1 + 150 x_2 \leq b_{11}, \\ 350 x_1 + 250 x_2 \leq b_{12}, \\ 100 x_1 + 200 x_2 \leq b_{13}, \\ 0 \leq x_1 \leq x_1^{\max}, \\ 0 \leq x_2 \leq x_2^{\max}. \end{cases}$$

На рис. 2.4 представлено изменение значения общей прибыли в зависимости от прибыли q для двух вариантов ΔI .

Для первого варианта ΔI_1 при увеличении параметров q общая прибыль $Q_{\text{общ}}$ строго возрастает до $Q_{\text{общ}} = 746$ при $q = (28,2; 32,9)$. Затем происходит резкое падение $Q_{\text{общ}}$ до значения 480 при $x_1 = 8, x_2 = 6$. Оно соответствует максимальным объемам продаж $x_1^{\max} = 8, x_2^{\max} = 6$, определяемым функциями спроса. При этом начальный запас ресурсов не расходуется полностью: $b_{11} = 2900, b_{12} = 4300, b_{13} = 2000$.

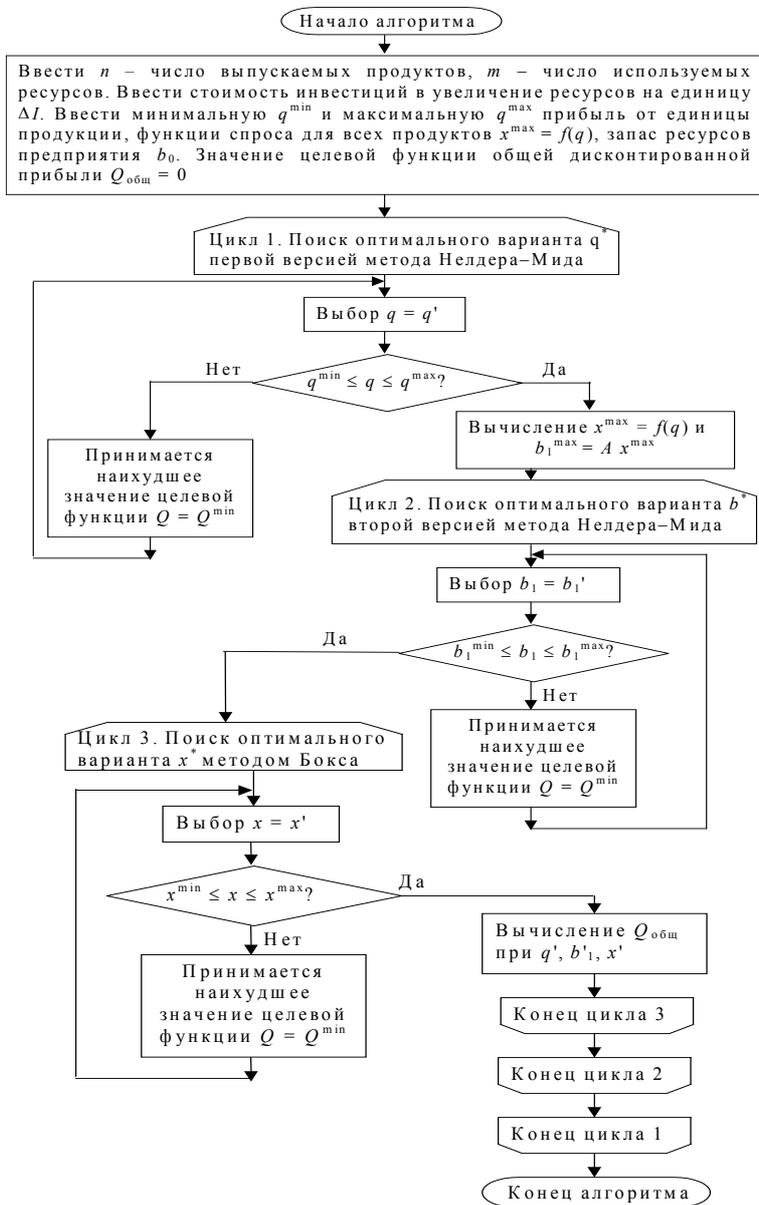


Рис. 2.3 Алгоритм поиска оптимального решения для одного интервала времени

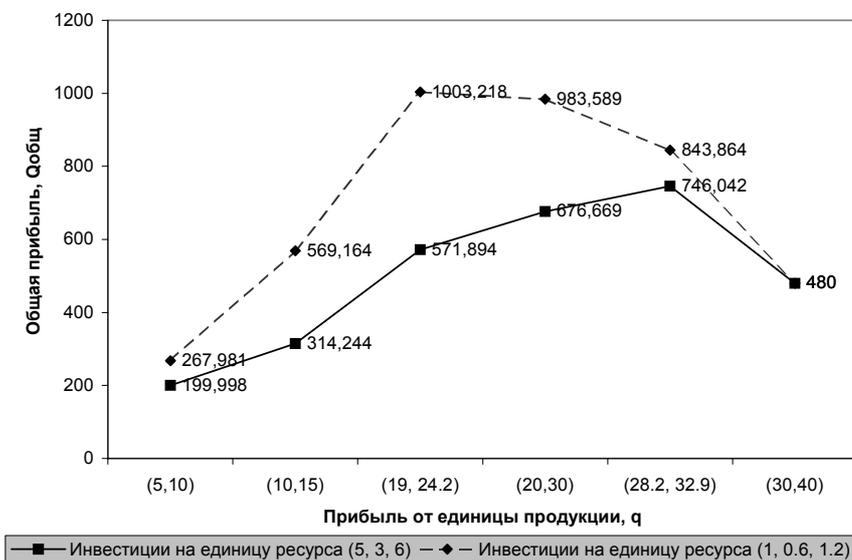


Рис. 2.4 Диаграмма решений вариантов задачи оптимизации для одного интервала времени

К данному значению $Q_{\text{общ}} = 480$ сходятся решения и для второго варианта ΔI_2 . Однако для данного варианта целевая функция $Q_{\text{общ}}$ при росте q имеет точку максимума при $q = (19; 24,2)$. Затем происходит плавное снижение до $Q_{\text{общ}} = 844$ при $q = (28,2; 32,9)$. После этого оптимальное решение соответствует значению $Q_{\text{общ}} = 480$.

Возникновение точки максимума для второго варианта ΔI_2 объясняется тем, что, при увеличении q (прибыли от единицы продукции), максимальная прибыль, получаемая от всего объема продаж, соответствует вариантам при наибольших объемах продаж при данной норме прибыли q . Иными словами, становится выгодным производить как можно больше продукции, невзирая на необходимость дополнительных инвестиций в увеличение запасов ресурсов, связанных с ростом объемов производства. Дополнительные инвестиции компенсируются высоким значением прибыли от единицы продукции и значительными объемами продаж. Однако, при $q > (19; 24,2)$ максимальных объемов продаж при данных нормах прибыли уже недостаточно для компенсации дополнительных инвестиций, несмотря на продолжение роста q . То есть, в полной мере происходит отражение влияния функции спроса на поставленную задачу.

Таким образом, с использованием поисковых методов Нелдера–Мида и Бокса были найдены следующие оптимальные варианты.

Для $\Delta I = (5; 3; 6)$:

- $Q_{\text{общ}} = 746,042$;
- $q_1 = 28,18587, q_2 = 32,87359$;
- $x_1 = 7,57, x_2 = 17,4$;
- $b_{11} = 4503,194, b_{12} = 7000,582, b_{13} = 4237,502$;
- $I(b_0, b_1) = 39,4$.

Для $\Delta I = (1; 0,6; 1,2)$:

- $Q_{\text{общ}} = 1003,218$;
- $q_1 = 19,00228, q_2 = 24,21198$;
- $x_1 = 23,4, x_2 = 30$;
- $b_{11} = 10348,62, b_{12} = 15688,12, b_{13} = 8339,451$;
- $I(b_0, b_1) = 168$.

ТЕПЕРЬ РАССМОТРИМ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (2.1) – (2.4) ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ, НА КОТОРЫЕ РАЗБИТ ГОРИЗОНТ ПЛАНИРОВАНИЯ. ТАКИМ ОБРАЗОМ, СУММИРОВАНИЕ В ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ БУДЕТ НЕ ТОЛЬКО ПО I (2.1), НО И ПО Т-СЧЕТЧИКУ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ. КРОМЕ ТОГО, ИЗ-ЗА ПАРАМЕТРА ВРЕМЕНИ, ВОЗНИКНЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ ДИСКОНТИРОВАНИЯ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ.

Алгоритм поиска оптимального решения задачи распределения долгосрочных ресурсов промышленного предприятия в долгосрочном периоде следующий.

1 Формируются следующие исходные данные: диапазоны изменения прибыли от единицы продукции $q^{\min} \leq q \leq q^{\max}$ для всех интервалов времени; начальный запас ресурсов предприятия b_0 ; функции спроса на продукцию $x^{\max} = f(q)$ для всех интервалов времени; система технологических ограничений (2); функция инвестиций $I(b_{t-1}, b_t)$; ΔI^+ , ΔI^- – величины инвестиций на увеличение и доходов от ликвидации ресурсов предприятия на единицу.

2 С использованием первой версии метода Нелдера–Мида производится поиск оптимального варианта запасов ресурсов b_t для всех $t = 1, 2, \dots, T$ по всему составу ресурсов (размерность поискового метода равна mT , где m – общее число ресурсов).

3 С использованием второй версии метода Нелдера–Мида для выбранных b_t производится поиск оптимальных значений прибыли от единицы продукции q_t для всех интервалов времени $t = 1, 2, \dots, T$.

4 Соответствующий значению q_t максимальный объем продаж x_t^{\max} определяется, исходя из функции спроса на продукцию. При этом верхняя граница варьирования запасами ресурсов b_t^{\max} остается неизменной и равной b_t – варианту, выбранному первой версией метода Нелдера–Мида.

5 Для выбранных вариантов q_t и b_t происходит поиск оптимального решения (объемов продаж x_t) с использованием метода Бокса. Величина чистой дисконтированной прибыли для отдельного интерва-

ла определяется как разность суммы прибылей от всех продуктов и инвестиций, связанных с увеличением ресурсной базы предприятия, умноженная на соответствующий коэффициент дисконтирования.

6 Общая чистая дисконтированная прибыль определяется суммированием чистых дисконтированных прибылей за отдельные интервалы времени.

ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВЫСТРАИВАЕТСЯ ИЕРАРХИЯ ДВУХ ВЕРСИЙ (КОПИЙ) МЕТОДОВ НЕЛДЕРА – МИДА И ОДНОГО МЕТОДА БОКСА. НА РИС. 2.5 ПРИВЕДЕНА БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ.

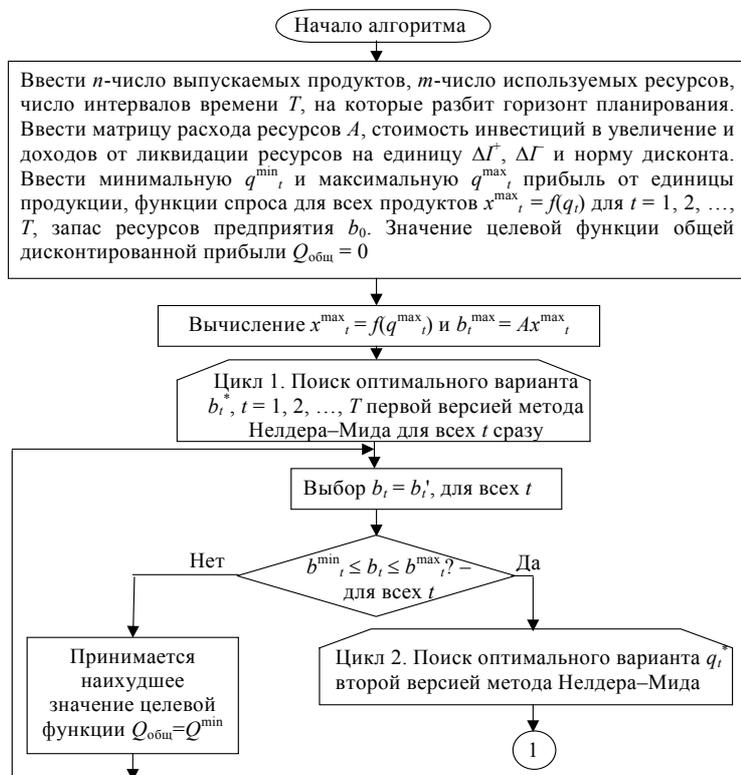


Рис. 2.5 Алгоритм поиска оптимального решения для нескольких интервалов времени

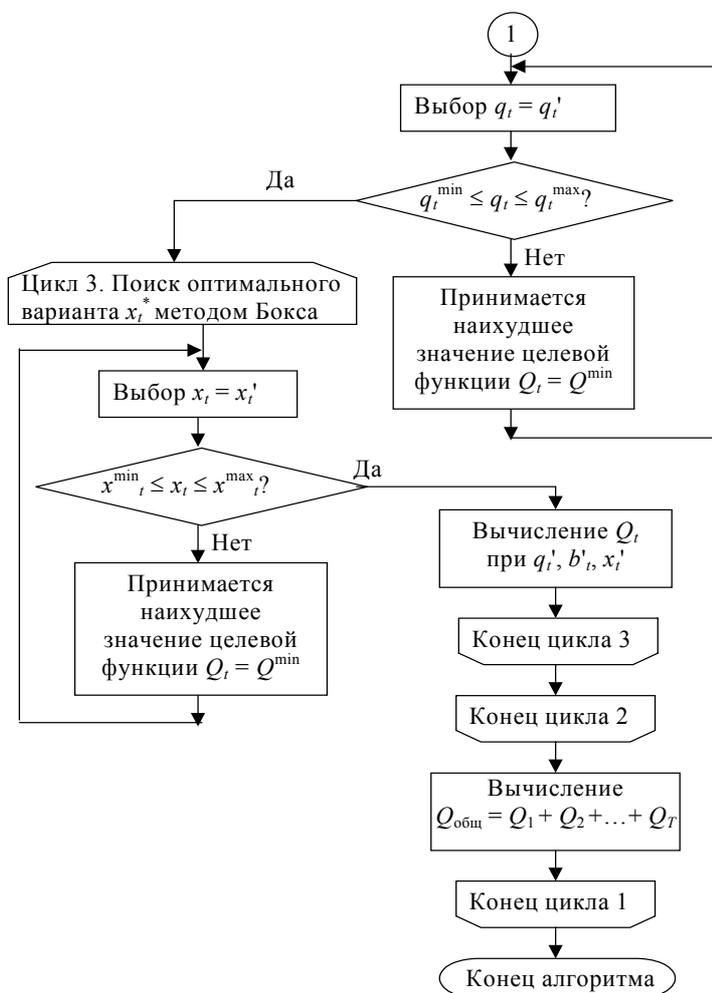


Рис. 2.5 (Продолжение)

Решим ряд примеров поставленной задачи.

Пусть планируются к продаже два продукта x_1 и x_2 на пяти временных интервалах $t = 1, 2, 3, 4, 5$. Норма дисконта равна 20 %. Тогда коэффициент дисконтирования $d = 0,833; 0,694; 0,579; 0,482; 0,402$. Пусть инвестиции в увеличение ресурсов предприятия осуществляются на том же интервале времени, что и осуществление продажи продукции в объеме, обеспеченном указанными инвестициями.

Пусть функции спроса на выпускаемую продукцию имеют следующую временную динамику (табл. 2.1).

2.1 ФУНКЦИИ СПРОСА НА ПРОДУКЦИЮ

| Значения t | Продукт 1 | Продукт 2 |
|--------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | $x_1^{\max} = -1,4q_1 + 50$ | $x_2^{\max} = -1,6q_2 + 70$ |
| 2 | $x_1^{\max} = -1,45q_1 + 50$ | $x_2^{\max} = -1,63q_2 + 70$ |
| 3 | $x_1^{\max} = -1,5q_1 + 50$ | $x_2^{\max} = -1,66q_2 + 70$ |
| 4 | $x_1^{\max} = -1,55q_1 + 50$ | $x_2^{\max} = -1,69q_2 + 70$ |
| 5 | $x_1^{\max} = -1,6q_1 + 50$ | $x_2^{\max} = -1,72q_2 + 70$ |

Таким образом, спрос на продукцию предприятия имеет тенденцию к сокращению, т.е. по одной и той же цене с течением времени максимально можно продать все меньше и меньше продукции.

Диапазон изменения прибыли от единицы продукции для первого продукта: $q_{t1} = (5 \dots 30)$, для второго продукта: $q_{t2} = (10 \dots 40)$ для всех интервалов времени. Начальный запас ресурсов $b_0 = (4000; 7000; 4000)$. Рассмотрим два варианта инвестиций на увеличения запаса ресурсов на 100 единиц: $\Delta I_1 = (5; 3; 6)$ и $\Delta I_2 = (1; 0,6; 1,2)$.

Система ограничений определяется b_t и x_t^{\max} и имеет следующий вид:

$$\begin{cases} 250 x_1 + 150 x_2 \leq b_{t1}, \\ 350 x_1 + 250 x_2 \leq b_{t2}, \\ 100 x_1 + 200 x_2 \leq b_{t3}, \\ 0 \leq x_{t1} \leq x_{t1}^{\max}, \\ 0 \leq x_{t2} \leq x_{t2}^{\max}. \end{cases}$$

На рис. 2.6 представлено изменение значения общей дисконтированной прибыли за все интервалы времени в зависимости от прибыли q для двух вариантов ΔI .

Здесь для 1 – 3 и 5 вариантов постановки задачи оптимизации значения прибыли от единицы выпускаемой продукции фиксированы. Для оптимальных вариантов значения прибыли, как и все остальные, находились при помощи описанных в работе процедур.

Следует отметить, что при расчетах закладывалось условие, что с каждым новым интервалом времени количество запаса ресурсов предприятия по каждой составляющей не должно уменьшаться. Данное дополнительное условие характеризует необходимость сохранять производственные мощности, персонал и оборотный капитал предприятия с течением времени. Однако оно не является обязательным, по крайней мере, для запасов материальных ресурсов.

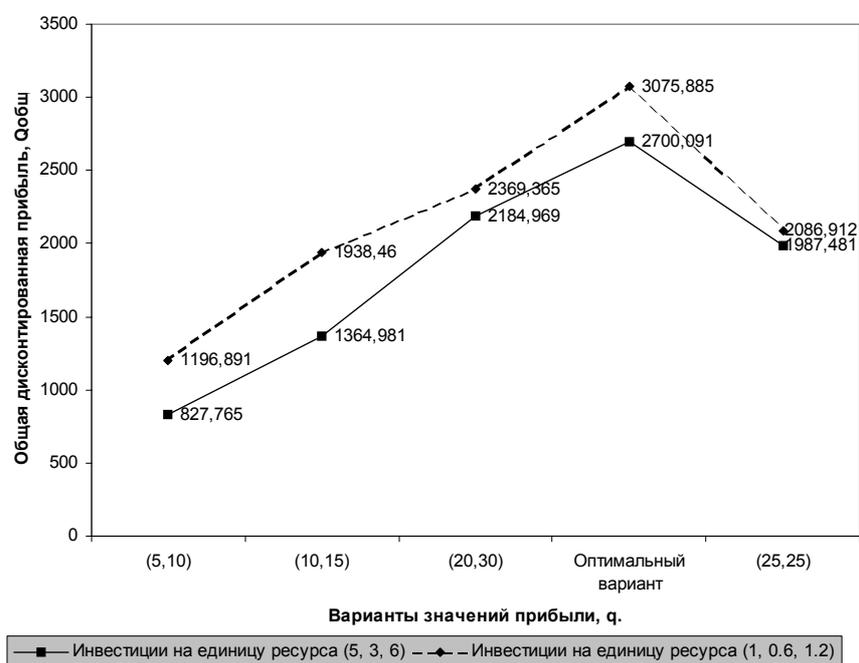


Рис. 2.6 Диаграмма решений вариантов задачи оптимизации для нескольких временных интервалов

В данном случае, как видно из рис. 2.6, при обоих вариантах ΔI имеются точки максимума – оптимальные варианты решения задачи оптимизации для пяти интервалов времени. Оптимальные решения задачи оптимизации для двух вариантов ΔI приведены в табл. 2.2 и 2.3.

2.2 Оптимальное решение задачи оптимизации при $\Delta I = (5, 3, 6)$

| | $t = 1$ | $t = 2$ | $t = 3$ | $t = 4$ | $t = 5$ |
|-----|--|--|--|--|--|
| q | 424,972957 | 753,892262 | 614,414388 | 499,631748 | 407,179597 |
| b | $b_1 = 7668,8$ 87; $b_2 = 11731,$ 989; $b_3 = 6576,9$ 12, | $b_1 = 7668,8$ 87; $b_2 = 11777,$ 529; $b_3 = 6576,9$ 12, |
| c | $c_1 = 21,491;$ $c_2 = 26,108,$ | $c_1 = 24,552;$ $c_2 = 28,082,$ | $c_1 = 23,673;$ $c_2 = 27,578,$ | $c_1 = 22,912;$ $c_2 = 27,073,$ | $c_1 = 22,156;$ $c_2 = 26,591,$ |

| | | | | | |
|-----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| x | $x_1 = 15,627;$ $x_2 = 25,069,$ | $x_1 = 15,647;$ $x_2 = 25,047,$ | $x_1 = 15,633;$ $x_2 = 25,058,$ | $x_1 = 15,639;$ $x_2 = 25,061,$ | $x_1 = 15,604;$ $x_2 = 25,083,$ |
|-----|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

$$Q_{\text{общ}} = 2700,091.$$

2.3 Оптимальное решение задачи оптимизации при $\Delta I = (1; 0,6; 1,2)$

| | $t = 1$ | $t = 2$ | $t = 3$ | $t = 4$ | $t = 5$ |
|-----|---|---|---|---|---|
| q | 704,385541 | 780,075241 | 642,926831 | 522,682224 | 425,814958 |
| b | $b_1 = 8747,7$ 64; $b_2 = 10775,$ 990; $b_3 = 7171,8$ 86 | $b_1 = 8747,7$ 64; $b_2 = 13153,$ 918; $b_3 = 7171,8$ 86 |
| c | $c_1 = 23,453;$ $c_2 = 25,794$ | $c_1 = 22,419;$ $c_2 = 27,156$ | $c_1 = 21,650;$ $c_2 = 26,666$ | $c_1 = 20,917;$ $c_2 = 26,179$ | $c_1 = 20,288;$ $c_2 = 25,697$ |
| x | $x_1 = 18,613;$ $x_2 = 26,551$ | $x_1 = 18,607;$ $x_2 = 26,534$ | $x_1 = 18,623;$ $x_2 = 26,543$ | $x_1 = 18,553;$ $x_2 = 26,573$ | $x_1 = 12,475;$ $x_2 = 25,634$ |

$$Q_{\text{общ}} = 3075,885.$$

Теперь пусть функции спроса на выпускаемую продукцию имеют другую временную динамику (табл. 2.4).

2.4 ФУНКЦИИ СПРОСА НА ПРОДУКЦИЮ

| Значения t | Продукт 1 | Продукт 2 |
|--------------|------------------------|------------------------|
| 1 | $x_1^{\max} = 100/q_1$ | $x_2^{\max} = 120/q_2$ |
| 2 | $x_1^{\max} = 150/q_1$ | $x_2^{\max} = 200/q_2$ |
| 3 | $x_1^{\max} = 200/q_1$ | $x_2^{\max} = 250/q_2$ |
| 4 | $x_1^{\max} = 300/q_1$ | $x_2^{\max} = 350/q_2$ |
| 5 | $x_1^{\max} = 500/q_1$ | $x_2^{\max} = 500/q_2$ |

Таким образом, спрос на продукцию предприятия имеет тенденцию к расширению, т.е. по одной и той же цене с течением времени максимально можно продать все больше и больше продукции.

На рис. 2.7 представлено увеличение значения общей дисконтированной прибыли от времени для двух вариантов ΔI .

Оптимальные решения задачи оптимизации для двух вариантов ΔI приведены в табл. 2.5 и 2.6.

2.5 Оптимальное решение задачи оптимизации при $\Delta I = (5, 3, 6)$

| | $t = 1$ | $t = 2$ | $t = 3$ | $t = 4$ | $t = 5$ |
|-----|--|--|--|--|--|
| q | 681,27307 6 | 151,68012 3 | 200,21670 4 | 216,43289 3 | 261,29997 6 |
| b | $b_1 = 6044,0$ 84; $b_2 = 9086,1$ 05; $b_3 = 4287,5$ 64 | $b_1 = 6044,0$ 84; $b_2 = 9134,1$ 29; $b_3 = 4287,5$ 64 | $b_1 = 6044,0$ 84; $b_2 = 9248,2$ 22; $b_3 = 4300,5$ 60 | $b_1 = 6044,0$ 84; $b_2 = 9258,6$ 46; $b_3 = 4311,4$ 99 | $b_1 = 6044,0$ 84; $b_2 = 9258,6$ 46; $b_3 = 4311,4$ 99 |
| c | $c_1 = 29,983$; $c_2 = 39,981$ | $c_1 = 7,500;$ $c_2 = 13,000$ | $c_1 = 27,500$; $c_2 = 13,000$ | $c_1 = 17,500$; $c_2 = 28,000$ | $c_1 = 20,000$; $c_2 = 39,250$ |

| | | | | | |
|-----|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| x | $x_1 = 13,333$; $x_2 = 9,231$ | $x_1 = 5,455$; $x_2 = 15,385$ | $x_1 = 11,429$; $x_2 = 8,929$ | $x_1 = 15,000$; $x_2 = 8,917$ | $x_1 = 16,673$; $x_2 = 12,506$ |
|-----|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|

$$Q_{\text{общ}} = 1510,903.$$

2.6 Оптимальное решение задачи оптимизации при $\Delta I = (1; 0,6; 1,2)$

| | $t = 1$ | $t = 2$ | $t = 3$ | $t = 4$ | $t = 5$ |
|-----|--|--|--|--|--|
| q | 804,17191 6 | 149,91163 5 | 202,64997 7 | 216,74217 7 | 261,26021 0 |
| b | $b_1 = 6050,3$ 96; $b_2 = 8998,3$ 54; $b_3 = 4176,1$ 16 | $b_1 = 6050,3$ 96; $b_2 = 8998,3$ 54; $b_3 = 4508,5$ 31 | $b_1 = 6050,3$ 96; $b_2 = 8998,3$ 54; $b_3 = 4508,5$ 31 | $b_1 = 6083,1$ 34; $b_2 = 8998,3$ 54; $b_3 = 4508,5$ 31 | $b_1 = 6093,0$ 28; $b_2 = 8998,3$ 54; $b_3 = 4508,5$ 31 |
| c | $c_1 = 29,983$; $c_2 = 39,942$ | $c_1 = 7,500$; $c_2 = 13,000$ | $c_1 = 27,500$; $c_2 = 13,000$ | $c_1 = 17,500$; $c_2 = 28,000$ | $c_1 = 25,000$; $c_2 = 21,750$ |
| x | $x_1 = 13,333$; $x_2 = 9,231$ | $x_1 = 5,455$; $x_2 = 15,385$ | $x_1 = 11,429$; $x_2 = 8,929$ | $x_1 = 12,000$; $x_2 = 16,092$ | $x_1 = 16,676$; $x_2 = 12,518$ |

$$Q_{\text{общ}} = 1634,736.$$

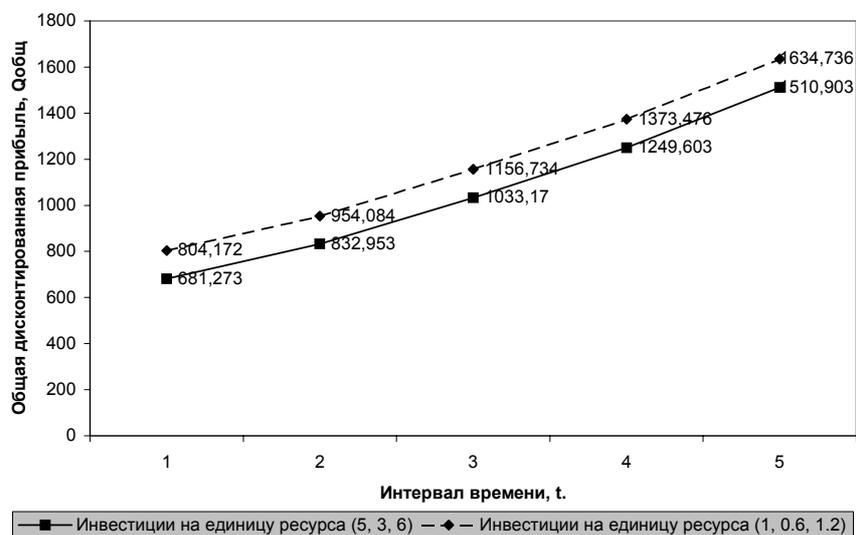


Рис. 2.7 Решение вариантов задачи оптимизации для нескольких временных интервалов

Для данных постановок задачи найденные оптимальные решения оказались лежащими недалеко друг от друга, несмотря на разницу в ΔI . На это повлиял "расширяющийся" характер функций спроса и их принципиальное отличие от рассматриваемых в первом примере – гиперболический вид в отличие от линейного.

2.4 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И АПРОБАЦИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Программная реализация описанной в монографии задачи состоит в том, что была разработана система поддержки принятия решений, состоящая из двух программных комплексов: "Investor" (комплекс 1), предназначенным для оценки эффективности инвестиционных проектов и формирования бизнес-плана и "Portfolio" (комплекс 2), интегрированный с программным комплексом 1.

В качестве языка программирования был выбран C++, реализующий концепцию объектно-ориентированного программирования и позволяющий сократить затраты на сопровождение и модернизацию разработанных информационных систем. Информация, используемая в указанных программных комплексах, хранится в специальном образом структурированных базах данных типа ".mdb" для каждого проекта (в "Investor") и для каждого набора проектов (портфеля) (в "Portfolio").

Программный комплекс оценки эффективности отдельных инвестиционных проектов (комплекс 1) и программный комплекс формирования оптимального инвестиционного портфеля предприятия (комплекс 2) являются взаимодополняющими. Информация, содержащаяся в файлах баз данных инвестиционных проектов комплекса 1, является входной для комплекса 2.

Приведем перечень информации, поступающей из комплекса 1 и являющейся входной для комплекса 2 по каждому продукту из выбранного набора портфеля инвестиционных проектов для каждого интервала времени.

1 Технологические данные: нормы затрат сырья, материалов, энергии, времени рабочей силы, времени работы машин и оборудования и т.д., с детальной разбивкой по каждой статье затрат в денежном и натуральном выражении. То есть, сколько единиц ресурсов того или иного вида требуется для производства единицы выпускаемого продукта и стоимость единицы ресурсов.

2 Запасы сырья, материалов, машин, оборудования и т.д., а также персонал на начало горизонта планирования (которые будут использоваться для производства выбранного набора продуктов).

3 Стоимость увеличения на единицу сырья, машин, оборудования, найма персонала и т.д., используемых при производстве выбранного набора продуктов.

4 Первоначальный вариант плана производства и сбыта с детализацией по годам (или более детально).

5 Норма дисконта для определения общей чистой дисконтированной прибыли (чистого приведенного дохода) предприятия.

На основе входных данных производится поиск оптимального варианта сочетания параметров прибыли от единицы продукции, запасов ресурсов предприятия, объемов продаж, доставляющих максимум целевой функции общей дисконтированной чистой прибыли за выбранный горизонт планирования.

Затем происходит движение информации в обратном направлении от комплекса 2 к комплексу 1. Полученные оптимальные параметры инвестиционных проектов возвращаются обратно в файлы баз данных инвестиционных проектов, предназначенные для последующей обработки и формирования оптимальных отчетов в программном комплексе 1.

Приведем перечень указанных выше данных, передаваемых в базу данных каждого проекта комплекса 1:

1) план производства и сбыта продукта с указанием объемов продаж и цен для каждого интервала времени;

2) изменение запасов сырьевых, материальных и других ресурсов предприятия относительно начального запаса, связанных с производством указанных объемов продукта за каждый из интервалов времени;

3) план по персоналу предприятия в разрезе указанного продукта за каждый из интервалов времени;

4) план по машинам, оборудованию и т.п. в разрезе указанного продукта за каждый из интервалов времени;

5) общий инвестиционный план по производству данного продукта за каждый из интервалов времени.

Следует отметить, что для интеграции с программным комплексом 2 (после его доработки) можно использовать любой программный продукт по оценке эффективности инвестиционных проектов

имеющий либо открытую архитектуру (как программный продукт Альт–Инвест), либо позволяющий обмениваться информацией через соответствующий интерфейс (как *Project Expert* версии 7), либо имеющих базу данных стандартного типа для хранения информации о проекте.

Возможности, реализованные в программном комплексе 2, значительно расширяют привлекательность указанных программных продуктов оценки эффективности инвестиционных проектов и составления бизнес-планов, переводя их на уровень корпоративных информационных систем. При этом будет использоваться современная идея объединения ресурсного и рыночного подходов к стратегическому менеджменту предприятия.

Схема данных интегрированной системы бизнес-планирования промышленного предприятия представлена на рис. 2.8.

Указанный перечень выходной информации фактически содержит управляющие параметры по отношению к каждому инвестиционному проекту в частности и ко всему предприятию в целом.



Рис. 2.8 Схема данных интегрированной системы бизнес-планирования

Следует отметить, что представленный комплекс программ в некоторой степени сопоставим с концепциями формирования портфелей инвестиционных проектов существующих программных средств бизнес-планирования (например, *Project Expert Holding*). Принципиальное отличие заключается в способности предлагаемых комплексов к автоматическому поиску наилучшего варианта инвестиционного портфеля.

Интегрирование программных комплексов по бизнес-планированию и формированию инвестиционного портфеля предприятия позволяет автоматизировать процесс формирования инвестиционной политики всего предприятия, а не отдельных его инвестиционных проектов. При этом учитываются технологические возможности всего предприятия, его сильные по отношению к конкурентам стороны и требования внешней среды для выполнения полного комплекса возможных для предприятия инвестиционных проектов.

Автоматическая переносимость данных из одного комплекса в другой позволит устранить излишнее дублирование информации и ускорить процесс принятия управленческих решений при формировании стратегии развития предприятия на средне- и долгосрочную перспективу.

Заключение

В монографии сформированы и получены следующие основные выводы и результаты.

1 Ключевым звеном в планировании на промышленном предприятии является формирование плана производства и сбыта, т.е. наилучшего сочетания производственных возможностей предприятия и объемов сбыта на рынке.

2 Для осуществления эффективного планирования деятельности промышленного предприятия необходимо оптимальным образом соотнести требования внешней и внутренней по отношению к объекту управления – предприятию – среды. Сопоставление избыточных ресурсов и потребностей в них позволяет более точно проанализировать реальное стратегическое положение предприятия. Благодаря интеграции рыночного и ресурсного подходов можно обосновать стратегический план развития предприятия с учетом большего количества факторов, влияющих на эффективность его функционирования.

3 Выбор периода долгосрочного планирования определяется средним жизненным циклом изделий и горизонтом предвидения макро- и микроэкономической ситуации в отношении рассматриваемого предприятия. Поэтому для наиболее полного отражения сущности деятельности предприятия необходимо средне- и долгосрочное планирование, переходящее, в последствии, в текущее. Это обусловлено также продолжительностью сроков службы основных средств, являющихся основой технологических процессов, протекающих или планируемых на промышленном предприятии.

4 За критерий оптимальности предлагается принимать общую чистую дисконтированную прибыль всего предприятия за весь горизонт планирования. Кроме того, в целевой функции была учтена возможность появления инвестиций на увеличение ресурсной базы предприятия относительно начальных запасов в случае роста объемов производства.

5 Планирование деятельности промышленного предприятия предлагается рассматривать как формирование портфеля инвестиционных проектов и его корректировку (актуализацию) при осуществлении запланированного бизнес-плана всего предприятия. Таким образом, была поставлена и решена задача определения набора инвестиционных проектов, которые в сумме дадут конкретному предприятию результат, оптимальный с точки зрения выбранных критериев.

6 При обобщении существующих подходов на базе задачи о распределении ресурсов, решаемой методами линейного программирования, была построена математическая модель, более точно отражающая проблему планирования на промышленном предприятии в условиях рыночной экономики.

7 Для поиска оптимального решения поставленной задачи используются специально разработанные алгоритмы, основанные на применении комбинации поисковых методов Нелдера–Мида и Бокса. Они применяются в иерархии, состоящей из трех уровней. С использованием метода Нелдера–Мида находят оптимальные варианты прибыли от единицы продукции и запасов ресурсов предприятия, а методом Бокса определяется значение целевой функции прибыли и объемы продаж.

8 Расчет конкретных примеров и полученные результаты позволяют однозначно судить об эффективности предложенной методики и алгоритмов поиска. Они позволяют отыскать нетривиальное значение варьируемых параметров математической модели, являющееся точкой квазиоптимального максимума функции общей чистой дисконтированной прибыли предприятия за весь горизонт планирования как для краткосрочного, так и долгосрочного. При этом расчетное время позволяет использовать предложенную методику и алгоритмы для решения конкретных практических задач экономики предприятия.

9 Разработан программный комплекс, реализующий методологию исследования и интегрированный с программным комплексом "Investor", предназначенным для оценки эффективности инвестиционных проектов и формирования бизнес-плана. Это позволило реализовать процесс долгосрочного планирования деятельности промышленного предприятия в форме бизнес-планирования. Интегрирование указанных программных комплексов позволяет автоматизировать процесс формирования инвестиционной политики всего предприятия, а не отдельных его инвестиционных проектов. Это придаст законченность процедуре бизнес-планирования, объединяя ее с системой кратко- и долгосрочного планирования. При этом учитываются технологические возможности всего предприятия, его сильные и слабые по отношению к конкурентам стороны и требования внешней среды для выполнения полного комплекса возможных для предприятия инвестиционных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ашманов С.А. Линейное программирование. М.: Наука, 1981.
- 2 Багриновский К.А. Ценовые методы стимулирования новых технологий // Экономика и математические методы. 1995. № 4. С. 96 – 104.
- 3 Банди Б. Основы линейного программирования / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989. 174 с.
- 4 Банди Б. Методы оптимизации: Вводный курс / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1988. 128 с.
- 5 Батяева А. Динамика портфеля заказов и поведение промышленных предприятий // Вопросы экономики. 2001. № 12. С. 125 – 136.
- 6 Бахитов Р., Коробейников Н. Принятие решения о выборе инвестиционного проекта методом нечетких множеств // Инвестиции в России. 2000. № 12. С. 22 – 25.
- 7 Беленький В.З., Сластников А.Д. Модель оптимального инвестирования проекта новой технологии // Экономика и математические методы. 1997. № 3. С. 125 – 140.
- 8 Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования / Пер. с англ. М.: Наука, 1965. 458 с.
- 9 Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Иностранная литература, 1960.
- 10 Беляков В.А. Оптимизация управления заемными средствами в ходе осуществления инвестиционного проекта // Вестник МГУ. 2001. № 3. С. 46.
- 11 Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов / Пер. с англ. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 631 с.
- 12 Волгин Л.Н. Модель оптимизации договорной цены // Экономика и математические методы. 1995. № 4. С. 161 – 163.
- 13 Волков И.М., Грачева М.В. Проектный анализ: Учеб. для вузов. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 423 с.
- 14 Волошинов В.В., Левитин Е.С. Экстремальные ограничения в моделях инвестиционных программ с финансовым механизмом обеспечения предстоящих выплат // Экономика и математические методы. 1996. № 2. С. 117 – 127.
- 15 Гитман Л.Д., Джонк М.Д. Основы инвестирования / Пер. с англ. М.: Дело, 1997. 1008 с.
- 16 Гусаков С.В., Жак С.В. Оптимальные равновесные цены и точка Лаффера // Экономика и математические методы. 1995. № 4. С. 131 – 138.
- 17 Ильин А.И. Планирование на предприятии: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Стратегическое планирование. Мн.: Новое знание, 2000. 312 с.
- 18 Ильин А.И., Сеницина Л.М. Планирование на предприятии: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Тактическое планирование / Под общей ред. А.И. Ильина. Мн.: Новое знание, 2000. 416 с.
- 19 Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / Пер. с англ. М.: Айрис-пресс, 2002. 576 с.
- 20 Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.Ш. Кремера. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 407 с.
- 21 Кантор В.Е. Экономика предприятия. СПб.: Питер, 2003. 352 с.
- 22 Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
- 23 Кардаш В.А., Арженовский С.В. Исследование инвестиционной стратегии предприятия в условиях инфляции // Экономика и математические методы. 1998. № 1. С. 107 – 113.
- 24 Ковалев В.В. Финансовый анализ: управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 1998. 512 с.
- 25 Крылов Э.И., Власова В.М., Журавкова И.В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2003. 608 с.
- 26 Кузин Б.И., Юрьев В.Н., Шахдинаров Г.М. Методы и модели управления фирмой. СПб.: Питер, 2001. 432 с.

- 27 Кузнецова О.А., Лившиц В.Н. Структура капитала. Анализ методов ее учета при оценке инвестиционных проектов // Экономика и математические методы. 1995. № 4. С. 12 – 31.
- 28 Львов Д.С., Медницкий В.Г., Овсиенко В.В., Овсиенко Ю.В. Методологические проблемы оценивания эффективности инвестиционных проектов // Экономика и математические методы. 1995. № 2.
- 29 Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика. В 2 т. / Пер. с англ. 11-го изд. Т. 2. М.: Республика, 1995. 400 с.
- 30 Математическое программирование / Под ред. Л.В. Канторовича. М.: Наука, 1966. 135 с.
- 31 Медницкий В.Г. Анализ экономической эффективности с помощью оптимизационных моделей // Экономика и математические методы. 1996. № 2. С. 104 – 116.
- 32 Мескон М.Х. и др. Основы менеджмента / Пер. с англ. М.: Дело, 1992. 702 с.
- 33 Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция). М.: Экономика, 2000.
- 34 Мину М. Математическое программирование: теория и алгоритмы / Пер. с фр. М.: Наука, 1990. 485 с.
- 35 Мицель А.А., Каштанова О.В. Об одном алгоритме формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов // Экономика и математические методы. 2001. № 4. С. 103 – 108.
- 36 Туровец О.Г., Бухалков М.И., Родинов В.Б. и др. Организация производства и управление предприятием: Учеб. / Под ред. О.Г. Туровца. М.: ИНФРА-М, 2002. 528 с.
- 37 Осадник В. Значение интеграции рыночного и ресурсного подходов для стратегического управления предприятием // Проблемы теории и практики управления. 2001. № 4. С. 80 – 86.
- 38 Плещинский А.С. Оптимизация инвестиционных проектов предприятия в условиях рыночной экономики // Экономика и математические методы. 1995. № 2. С. 81 – 90.
- 39 Попов В.М. Бизнес-планирование. М.: Финансы и статистика, 2000.
- 40 Самочкин В.Н. Гибкое развитие предприятия: анализ и планирование. 2-е изд., испр. и доп. М.: Дело, 2000. 376 с.
- 41 Седова С.В. Модель оптимизации инвестиционных проектов и алгоритм ее численного анализа // Экономика и математические методы. 1999. № 1. С. 87 – 93.
- 42 Серов С.И. Оптимальная цена продажи при экспоненциальном спросе // Экономика и математические методы. 1997. № 3. С. 106 – 111.
- 43 Смоляк С.А. Три проблемы теории эффективности инвестиций // Экономика и математические методы. 1999. № 4. С. 87 – 104.
- 44 Стивенсон В.Д. Управление производством / Пер. с англ. М.: Бинوم, 1999. 928 с.
- 45 Татевосян Г.М. Обоснование экономической эффективности капитальных вложений с использованием методов оптимизации // Экономика и математические методы. № 1. 1997. С. 26 – 38.
- 46 Таха Х.А. Введение в исследования операций: В 2-х кн. / Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
- 47 Теория фирмы / Под ред. В.М. Гальперина. СПб.: Экономическая школа, 1995. 534 с.
- 48 Томпсон А., Формби Д. Экономика фирмы / Пер. с англ. М.: Изд-во "БИНОМ", 1998. 544 с.
- 49 Фомин Г.П. Методы и модели линейного программирования в коммерческой деятельности: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2000. 128 с.
- 50 Царев В.В. Внутрифирменное планирование. СПб.: Питер, 2002. 496 с.
- 51 Цены и ценообразование: Учеб. для вузов / Под ред. В.Е. Есипова. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Питер, 2000. 464 с.
- 52 Чернавский Д.С., Щербаков А.В., Старков Н.И. Суслаков Б.А. Ценообразование при максимизации прибыли // Экономика и математические методы. 1998. № 2. С. 44 – 54.
- 53 Численные методы линейного программирования / Под ред. Л.В. Канторовича. М.: Наука, 1977.
- 54 Численные методы условной оптимизации / Под ред. Ф. Гилла, У. Мюррэя: Пер. с англ. М.: Мир, 1977. 290 с.
- 55 Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции / Пер. с англ. М.: Инфра-М, 1999. 1028 с.
- 56 Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. 590 с.

57 Экономика предприятия (фирмы): Учеб. / Под ред. проф. О.И. Волкова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2003. 601 с.

58 Экономическая теория: Учеб. / Под ред. В.И. Видяпина, А.И. Добрынина, Г.П. Журавлевой, Л.С. Тарасевича. М.: ИНФРА-М, 2003. 714 с.

59 Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. М.: Наука, 1969. 424 с.

60 Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Задачи и методы линейного программирования. М.: Советское радио, 1961.

содержание

ВВЕДЕНИЕ

.....

Глава 1 МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

.....

1.1 Планирование и управление деятельностью промышленного предприятия

.....

1.2 Современные подходы к решению задач оптимального управления промышленным предприятием

Глава 2 МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Постановка и математическая модель задачи

2.2 Графическая иллюстрация процесса нахождения решения поставленной задачи

2.3 Алгоритм решения задачи распределения ресурсов

2.4 Программная реализация и апробация оптимизационной модели распределения производственных ресурсов промышленного предприятия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

.....

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

.....