

НАУЧНАЯ МЫСЛЬ

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

А.В. МИЩЕНКО,
Е.В. МИХЕЕВА

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ФИНАНСОВОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

МОНОГРАФИЯ

Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

Москва
ИНФРА-М
2019

Мищенко А.В.

Б Методы оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью предприятия : монография / Мищенко А.В., Михеева Е.В. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 000 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znaniium.com>]. — (Научная мысль). — www.dx.doi.org/10.12737/XXXXXX.

ISBN 978-5-16-015286-8 (print)
ISBN 978-5-16-107743-6 (online)

УДК
ББК

В настоящее время, характеризующееся кризисом экономики, особенно актуальна проблема выбора наиболее рациональных решений в области производственно-финансовой деятельности предприятий.

Повышение эффективности национальной экономики связано с более рациональным управлением всеми видами ресурсов: сырьевыми, финансовыми, производственными, информационными, трудовыми и т.д. Формирование адекватных управленческих решений в условиях динамически меняющейся внешней среды в свою очередь требует разработки нового и совершенствования существующего количественного инструментария анализа экономической системы.

Рыночная экономика, с одной стороны, создает условия для обеспечения рынка всеми необходимыми товарами, с другой — стимулирует неуклонное уменьшение затрат труда и материальных ресурсов при производстве товаров и услуг. Для становления рыночной экономики необходимо эффективное развитие финансовых механизмов — кредитных, налоговых, бюджетных, возникающих на уровне субъектов рынка, то есть предприятий. В период развития рыночной экономики каждое предприятие самостоятельно выбирает тот или иной вариант хозяйственной деятельности, в частности, определяя, какие виды продукции производить и в каких количествах, оценивает необходимость привлечения заемных средств в целях получения максимальной прибыли, удержания и расширения собственных позиций на рынке. При этом различные типы промышленных предприятий имеют свои особенности и отличия, которые необходимо учитывать при оптимизации управленческих решений.

Существенную роль в процессе управления предприятием сегодня играют различные программные средства и компьютерные системы, позволяющие осуществить анализ экономической информации различной глубины и сложности. Подобные инструменты способны оказать менеджеру организации значительную поддержку при принятии управленческих решений — спрогнозировать и количественно оценить возможные риски для каждого варианта реализации рассматриваемого проекта, проанализировать, как изменится производственная программа при изменении тех или иных показателей, рассчитать наиболее оптимальный портфель закупок с учетом выбранных критериев и ограничений и так далее. Степень детализации полученной на выходе информации при этом будет во многом определяться сложностью математических методов и моделей, лежащих в основе программного средства.

Цель данной работы заключается в создании количественного инструментария для повышения эффективности производственно-финансовой деятельности предприятия, базирующегося на экономико-математических моделях и методах оптимального распределения ресурсов различного вида в среднесрочном и долгосрочном планировании.

Стратегическими задачами разработки модели являются: обеспечение роста прибыли предприятия и его инвестиционной привлекательности, создание эффективного механизма управления его ресурсами, в том числе и финансовыми.

Объектом исследования в работе является Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт электронно-механических приборов» (ФГУП «НИ-ИЭМП»), которое занимается производством и разработкой изделий электронной техники и электронно-измерительных приборов.

В предлагаемой книге рассмотрены статические и динамические модели оптимизации производственно-финансовой деятельности предприятия как в условиях детерминированных исходных данных, так и с учетом неопределенности и риска. В последнем случае при выборе управленческого решения учитывается не только величина ожидаемой прибыли, но и различного вида риски, а также такой показатель, как устойчивость выбранного варианта производственно-хозяйственной деятельности к изменению рыночной среды.

Разделы 11 и 12 подготовлены Е.В. Михеевой.

Остальные разделы подготовлены А.В. Мищенко.

Книга подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16–06–00143 А.

Раздел 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ

1.1. СУЩНОСТЬ, СОСТАВ, СТРУКТУРА ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление финансовыми ресурсами предприятия представляет собой комплекс действий, методов, средств, позволяющих влиять на различные типы финансовых ресурсов для достижения конкретных целей.

Та часть денежных средств, которая поступает в форме доходов и внешних поступлений, предназначенных для выполнения финансовых обязательств и осуществления затрат по обеспечению расширенного воспроизводства — это и есть финансовые ресурсы предприятия. Отсюда следует, что их можно разделить на две группы: внутренние (собственные) и внешние (привлеченные). В свою очередь, внутренние финансовые ресурсы представлены в стандартной отчетности в виде чистой прибыли и амортизации. Чистая прибыль находится в распоряжении предприятия и распределяется согласно решению ее руководящих органов.

Внешние, или привлеченные, финансовые ресурсы также делятся на две группы: собственные и заемные. Такое деление обусловлено формой капитала, в которой он вкладывается внешними участниками в развитие данного предприятия: как предпринимательский или как ссудный капитал. Соответственно результатом вложений предпринимательского капитала является образование привлеченных собственных финансовых ресурсов, результатом вложений ссудного капитала — заемных средств.

Предпринимательский капитал представляет собой капитал, вложенный (инвестированный) в различные предприятия с целью получения прибыли и прав на управление предприятием.

Ссудный капитал — это денежный капитал, предоставленный в долг на условиях возвратности и платности. Ссудный, в отличие от предпринимательского капитала, не вкладывается в предприятие, передается ему во временное пользование с целью получения процента.

В реальной жизни предпринимательский и ссудный капиталы тесно связаны. Современное рыночное хозяйство весьма диверсифицировано, т.е. рассредоточено как по видам деятельности, так и в пространстве. Диверсификация сегодня является одним

из важнейших факторов обеспечения стабильности и устойчивости рыночного хозяйства и его финансовой системы. Но углубление диверсификации неизбежно ведет к усложнению финансовых потоков и капитала, расширению применения в финансовой практике специальных инструментов, что существенно усложняет финансовую работу предприятия.

Все финансовые ресурсы предприятия, как внутренние, так и внешние, в зависимости от времени, в течение которого они находятся, в распоряжении предприятия, делятся на краткосрочные (до одного года) и долгосрочные (свыше одного года). Это деление достаточно условно, а масштаб временных интервалов зависит от финансового законодательства конкретной страны, правил ведения финансовой отчетности, национальных традиций.

Принято различать две формы финансирования: внешнее и внутреннее. Такое деление обусловлено жесткой связью между формами финансовых ресурсов и капитала предприятия с процессом финансирования. Характеристика видов финансирования представлена в таблице 1.1 [23].

Таблица 1.1

Структура источников финансирования предприятия

Виды финансирования	Внешнее финансирование	Внутреннее финансирование
Финансирование на основе собственного капитала	1. Финансирование на основе вкладов и долевого участия (например, выпуск акций, привлечение новых пайщиков)	2. Финансирование за счет прибыли после налогообложения (самофинансирование в узком смысле)
Финансирование на основе заемного капитала	3. Кредитное финансирование (например, на основе займов, ссуд, банковских кредитов, кредитов поставщиков)	4. Заемный капитал, формируемый на основе доходов от продаж — отчисления в резервные фонды (на пенсии, на возмещение ущерба природе ведением горных разработок, на уплату налогов)
Смешанное финансирование на основе собственного и заемного капитала	5. Выпуск облигаций, которые можно обменять на акции, опционные займы, ссуды на основе предоставления права участия в прибыли, выпуск привилегированных акций	6. Особые позиции, содержащие часть резервов (т.е. не облагаемые пока налогом отчисления)

Собственные привлеченные финансовые ресурсы — это базовая часть всех финансовых ресурсов предприятия, которая базируется на момент создания предприятия и находится в его распоряжении на всем протяжении его жизни. Эту часть финансовых ресурсов принято называть уставным фондом или уставным капиталом предприятия. В зависимости от организационно-правовой формы предприятия его уставной капитал формируется за счет выпуска и последующей продажи акций (обыкновенных, привилегированных или их комбинации), вложений в уставной капитал паев, долей и т.д. За время жизни предприятия его уставной капитал может дробиться, уменьшаться и увеличиваться, в том числе за счет части внутренних финансовых ресурсов предприятия.

Структура собственного капитала предприятия представлена на рисунке 1.1 [23].

- Источниками собственных финансовых ресурсов являются:
- уставный капитал (средства от продажи акций и паевые взносы участников);
 - резервы, накопленные предприятием;
 - прочие взносы юридических и физических лиц (целевое финансирование, пожертвования, благотворительные взносы и др.).



Рис. 1.1. Структура собственного капитала предприятия

При создании нового предприятия условия, необходимые для осуществления предпринимательской деятельности, создаются за счет уставного капитала, представляющего собой сумму средств, предоставленных собственниками для обеспечения уставной деятельности предприятия [23].

При временной недостаточности в средствах потребность в них может обеспечиваться за счет заемных финансовых ресурсов.

Привлеченные заемные финансовые ресурсы предприятия наиболее часто встречаются в форме:

- банковских кредитов и ссуд;
- средств от выпуска и продажи облигаций фирмы;
- займов от других небанковских субъектов рынка.

Исходя из роли кредита и других краткосрочных обязательств в текущем финансировании предприятия, в теории финансового управления выделяют четыре модели, которые приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Модели финансирования текущих активов

<i>Наименование модели управления</i>	<i>Роль краткосрочного кредита</i>	<i>Риск с позиции ликвидности</i>
Идеальная	За счет краткосрочных обязательств финансируется полностью все текущие активы	Наибольший риск, особенно если есть вероятность, что нужно одновременно погасить все обязательства перед кредиторами
Агрессивная	За счет краткосрочных обязательств покрывается полностью переменная часть оборотных активов	Весьма рискованная стратегия, т.к. в реальной жизни ограничиться лишь минимумом текущих активов невозможно
Компромиссная	Переменная часть активов покрывается на 50% за счет краткосрочных обязательств	Наименьший риск, однако возможно наличие излишних текущих активов и за счет этого снижение прибыли
Консервативная	Переменная часть оборотных активов покрывается частично за счет долгосрочных пассивов	Отсутствует риск потери ликвидности, т.к. нет краткосрочной кредиторской задолженности

1.2. ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

На современном этапе развития отечественной экономики предприятия, сталкиваясь с возрастающим уровнем рыночной конкуренции, вступают в борьбу за повышение рентабельности собственного производства. Одним из наиболее популярных показателей, свидетельствующих об экономической привлекательности предприятия, служит классическая формула финансового

рычага. Использование этого эффекта заключается в возможности повышения рентабельности капитала за счет привлечения заемных средств. Руководствуясь этими соображениями, большинство предприятий заинтересовано в привлечении внешних инвестиционных ресурсов.

Но, в то же время, отмечается определенный диссонанс между возрастающей потребностью предприятий в кредитных ресурсах и недоступностью последних за счет чрезмерно завышенной стоимости. Со стороны коммерческих банков завышенные ставки кредитования обусловлены политикой управления кредитными рисками, уровень которых остается значительным в отношении большинства отечественных предприятий. Высокие кредитные ставки банков приводят к тому, что стоимость кредита уже длительное время превышает уровень рентабельности производства основной массы российских предприятий.

Высокие ставки по кредитам также оказывают негативное влияние на темпы экономического роста вследствие целого ряда причин: вынужденное самофинансирование предприятия ограничивает объемы инновационной деятельности, страдают другие направления деятельности предприятий, связанные, например, с выполнением ими социальных функций и, наконец, замедляется развитие самой банковской системы. В этих условиях особое значение приобретает адекватное управление инвестиционной политикой предприятия. Это определяется рядом факторов.

Прежде всего, как правило, эффект инвестиционных решений влияет на многие показатели работы предприятия в течение нескольких лет. В частности, приобретение нового оборудования связано с иммобилизацией финансовых ресурсов на длительное время, и, следовательно, ошибочное решение в отношении необходимости его приобретения может иметь серьезные последствия, поэтому крупные инвестиции, связанные с капиталовложением, должны быть тщательно обоснованы. Если же инвестиции в активную часть основных фондов недостаточны, то оборудование предприятия может оказаться устаревшим с точки зрения требований современного производства, что не позволит успешно развиваться в условиях рыночной конкуренции.

Недостаток производственной мощности предприятия может привести к потере рынка в пользу конкурентов, восстановление которого обычно требует длительного времени, снижения цен на выпускаемую продукцию и улучшения ее потребительских свойств, что чаще всего приводит к дополнительным и весьма существенным затратам. С другой стороны – если инвестиции избыточны, то это приведет к простоям оборудования и, следовательно, к неэффективному капиталовложению.

Раздел 2. Модели производственно-экономической оптимизации

2.1. ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ВАЛОВОЙ ПРИБЫЛИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ниже мы рассмотрим некоторые модели управления финансовыми и производственными ресурсами предприятия, базой для которых является модель выбора оптимальной производственной программы предприятия, выпускающего несколько видов конечной продукции.

Объемы выпуска продукции предприятия с учетом имеющихся запасов материально-сырьевых ресурсов и заданных производственных мощностей (виды и объемы запасов, количество единиц оборудования каждого вида, участвующего в производственном процессе) могут быть заданы с помощью множества производственных программ вида:

$X = (X^1, X^2, \dots, X^N)$, где каждая производственная программа

$X^k = (x_{ij}^k)$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, L; k = 1, 2, \dots, N$), элемент которой x_{ij}^k задает объем выпуска продукции i по технологии j по производственной программе k .

Естественными требованиями по каждой производственной программе является выполнение ограничений по количеству выпуска каждого вида продукции, которое не должно превышать рыночный спрос на данный вид продукции, по объему затраченных материальных ресурсов, по загрузке производственных мощностей предприятия. Далее будем использовать следующие обозначения:

$Z_{\text{пост}}$ — постоянные затраты;

a_{ij} — цена одной единицы продукции i , выпускаемой по технологии j ;

b_{ij} — переменные затраты, связанные с производством одной единицы продукции i , выпускаемой по технологии j ;

$c_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$ — маржинальный доход, полученный при выпуске одной единицы продукции i по технологии j ;

l_{ijp} — объем ресурса p , необходимого для выпуска одной единицы продукции i , выпускаемой по технологии j ($i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, L; p = 1, 2, \dots, M$);

V_p — запасы материальных ресурсов предприятия ($p = 1, 2, \dots, M$);

M — количество видов материальных ресурсов, участвующих в производстве;

t_{ijf} — время загрузки оборудования вида f при выпуске одной единицы продукции i , производимой по технологии j ($f = 1, 2, \dots, k$);

K — число видов оборудования участвующего в производственном процессе;

k_f — количество единиц оборудования вида f ;

τ_f — время эффективного использования оборудования вида f на интервале планирования $[0; T]$.

Для того чтобы определить эффективное время использования оборудования вида f , необходимо из календарного времени планирования вычесть время, связанное с регламентными работами для данного вида оборудования, переналадками, заменой инструмента, ремонтом и т.д. Иными словами, время эффективного использования — это то время, в течение которого оборудование может быть задействовано в производственном процессе на интервале планирования $[0; T]$.

Pt_i — объем спроса на продукцию вида i на интервале времени $[0; T]$.

$\delta_{i,j,f}^1$ и $\delta_{i,j,f}^2$ — расход электрической и соответственно тепловой энергии на оборудовании вида f при выпуске одной единицы продукции i по технологии j .

Q^1 и Q^2 — общее количество тепловой и электроэнергии соответственно.

Задача оптимизации производственной программы с учетом изложенных обозначений заключается в нахождении валовой прибыли:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L c_{ij} x_{ij} - Z_{\text{пост}} \rightarrow \max \quad (2.1)$$

При ограничениях:
на материально-сырьевые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L l_{ijp} x_{ij} \leq V_p \quad (p = 1, 2, \dots, M) \quad (2.2)$$

на производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L t_{ijf} x_{ij} \leq k_f \tau_f \quad (f=1,2,\dots,K) \quad (2.3)$$

на потребление электрической и тепловой энергии:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^1 x_{ij} \leq Q^1 \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^2 x_{ij} \leq Q^2 \quad (2.5)$$

по спросу на выпускаемые виды продукции:

$$\sum_{j=1}^L x_{ij} \leq P t_i \quad (i=1,2,\dots,N) \quad (2.6)$$

на целочисленность и неотрицательность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{ij} \in I, \quad (i=1,2,\dots,N; j=1,2,\dots,L;) \quad (2.7)$$

В модели (2.1–2.7) предполагается, что покупка дополнительных видов оборудования и материальных ресурсов не планируется. В дальнейшем будем рассматривать ситуации, когда предприятие за счет привлечения кредитных ресурсов, может дополнительно приобретать и оборудование, и материальные ресурсы производства.

2.2. ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ПОРТФЕЛЯ ЗАКУПОК МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕДИТА

Как и ранее, будем предполагать, что предприятие с учетом существующего производственного аппарата может за определенный период времени $[0; T]$ выпускать продукцию в объемах, заданных альтернативными производственными программами множества

$X = (X^1, \dots, X^N)$, где $X^K (1 \leq K \leq N)$ — производственная программа K , задающая как объемы выпуска продукции, так и применяемые технологии для выпуска, т.е. $X^K \equiv x_{ij}^K (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,L)$.

Будем считать, что предприятие, обладающие необходимыми производственными мощностями — привлекает кредит в объеме W для закупки материальных ресурсов производства. Процент по кредиту составляет $\alpha \times 100\%$.

Цена единицы материального ресурса P задается величиной $\beta_p (p=1,2,\dots,M)$.

Целью использования кредита является формирование такого портфеля закупок материальных ресурсов производства, использование которого при выпуске конечной продукции максимизировало бы валовую прибыль. Обозначим объемы закупок материальных ресурсов как Z_1, Z_2, \dots, Z_M , которые мы определим, решив следующую оптимизационную задачу:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L c_j x_j \rightarrow \max \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L l_{ijp} x_j \leq Z_p \quad (p=1,2,\dots,M) \quad (2.9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L t_{ijf} x_j \leq k_f \tau_f \quad (f=1,2,\dots,K) \quad (2.10)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^1 x_j \leq Q^1 \quad (2.11)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^2 x_j \leq Q^2 \quad (2.12)$$

$$\sum_{j=1}^L x_j \leq P_i \quad (i=1,2,\dots,N) \quad (2.13)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L a_j x_j \geq (1 + \alpha) \sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \quad (2.14)$$

$$x_j \geq 0, \quad x_j \in I \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,L;) \quad (2.15)$$

$$\sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \leq W,$$

$$Z_p \geq 0 \quad (p=1,2,\dots,M) \quad (2.16)$$

где W — объем кредита.

Ограничение (2.14) является необходимым условием возврата кредита: объем средств, потраченных на закупку материальных ресурсов производства с учетом процентной ставки по кредиту, не должен превышать суммарной стоимости выпущенной из этих материалов продукции.

Задача (2.8–2.16) даст решение задачи о формировании портфеля закупок ресурсов производства для ситуации, когда цены на конечную продукцию определены детерминировано.

Если же будущая стоимость производимой продукции может быть определена только интервально или как случайная величина с заданными вероятностными законами распределения, то используются методы, позволяющие оценить рыночный риск производственной программы, а также ее устойчивость при локальном возмущении такого фактора как цена производимой продукции.

Задача (2.8–2.16) определяет наиболее рациональное распределение оборотного капитала при формировании портфеля закупок материальных ресурсов в ситуации, когда эти ресурсы полностью отсутствуют.

Если же запасы материальных ресурсов предприятия ненулевые, т.е.

$V_p \geq 0$ ($p = 1, 2, \dots, M$), то в этом случае может возникнуть проблема их дополнительного приобретения в ситуации, когда для этого необходимо привлечь заемный капитал под процент α .

Таким образом, определить, необходимо ли приобретение дополнительных ресурсов, и если да, то в каком объеме, можно, решив следующую оптимизационную задачу относительно переменных x_1, \dots, x_n и Z_1, Z_2, \dots, Z_M .

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L c_{ij} x_{ij} - \alpha \sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \rightarrow \max \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L l_{ijp} x_{ij} \leq V_p + Z_p \quad (p = 1, 2, \dots, M) \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L t_{ijf} x_{ij} \leq k_f \tau_f \quad (f = 1, 2, \dots, K) \quad (2.19)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^1 x_{ij} \leq Q^1 \quad (2.20)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^2 x_{ij} \leq Q^2 \quad (2.21)$$

$$\sum_{j \geq 1}^L x_{i,j} \leq P t_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.22)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L a_{ij} (x_{ij} - x_{ij}^0) \geq (1 + \alpha) \sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \quad (2.23)$$

$$\sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \leq W \quad (2.24)$$

$$Z_p \geq 0 \quad (p = 1, 2, \dots, M), \quad x_{i,j} \geq 0, \quad x_{i,j} \in I \quad (2.25)$$

Здесь $x_{i,j}^0$ ($i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, L$) — оптимальное решение задачи (2.17–2.25) при условии, что запасы материальных ресурсов не пополняются, т.е. $Z_p = 0$ ($p = 1, 2, \dots, M$).

2.3. ЗАДАЧА КРЕДИТОВАНИЯ ПРОЕКТА РАСШИРЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрим ситуацию привлечения кредитных ресурсов с целью увеличения номенклатуры выпускаемой продукции. Для этого предприятие использует финансовые средства, как с целью покупки дополнительного оборудования, так и с целью закупки материально-сырьевых ресурсов производства. Будем считать, что число видов продукции возрастает с n до n_1 ($n_1 > n$), количество видов материальных ресурсов — с M до M_1 и оборудования — с K до K_1 соответственно ($M_1 > M; K_1 > K$). Задача распределения кредитных ресурсов в этом случае будет заключаться в максимизации валовой прибыли на заданном временном периоде $[0; T]$:

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^L c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (2.26)$$

При ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^L l_{ijp} x_{ij} \leq V_p + Z_p \quad (p = 1, 2, \dots, M) \quad (2.27)$$

Здесь V_p — запасы материально-сырьевых ресурсов вида p ;
 Z_p — дополнительно приобретаемые ресурсы вида p .

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L l_{ij} x_{ij} \leq Z_p \quad (p = M+1, \dots, M_1) \quad (2.28)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L t_{ijf} x_{ij} \leq (k_f + y_f) \tau_f \quad (f = 1, 2, \dots, K) \quad (2.29)$$

Здесь k_f — число единиц оборудования вида f , которое было на предприятии;

Y_f — дополнительно приобретаемое число единиц оборудования вида f .

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L t_{ijp} x_{ij} \leq Y_f \tau_f \quad (f = K+1, \dots, K_1) \quad (2.30)$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^1 x_{ij} \leq Q^1 \quad (2.31)$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^L \sum_{f=1}^K \delta_{ijf}^2 x_{ij} \leq Q^2 \quad (2.32)$$

$$\sum_{j=1}^L x_{ij} \leq P t_i \quad (i = 1, 2, \dots, n_1) \quad (2.33)$$

$$\sum_{p=1}^{M_1} Z_p \beta_p + \sum_{f=1}^{K_1} y_f \gamma_f \leq W \quad (2.34)$$

Здесь γ_f — стоимость одной единицы оборудования вида f .

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{ij} \in I, \quad y_f \geq 0, \quad y_f \in I, \quad Z_p \geq 0 \quad (2.35)$$

$$i = 1, 2, \dots, n_1; j = 1, 2, \dots, L; f = 1, 2, \dots, M_1; p = 1, 2, \dots, K_1$$

В задаче (2.26–2.35) предполагается, что для выпуска новых видов продукции используются все виды сырья и все виды оборудования. Если это не так, то соответствующие нормативы потребления материальных ресурсов l_{ijp} или соответствующие нормативы обработки на оборудовании t_{ijf} равны нулю.

Задача (2.26–2.35) принадлежит классу задач линейного частично-целочисленного программирования и может быть решена с использованием стандартного программного обеспечения.

2.4. МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Требование репрофилирования связано чаще всего или с репроизводством определенных видов продукции, или вытеснением ее аналогичными видами с более высокими потребительскими

свойствами и (или) более низкой стоимостью. В этой ситуации менеджмент предприятия может принять решение о сокращении или полном прекращении выпуска традиционных видов продукции, продаже запасов материальных ресурсов и оборудования, используемых для ее выпуска и привлечении заемного капитала для организации выпуска новых, более перспективных с рыночной точки зрения видов продукции.

Решим задачу оптимизации использования выделенного для реализации этой цели кредита в объеме W . В качестве критерия эффективности выберем валовую прибыль, полученную в результате проекта репрофилирования предприятия.

Предположим, что предприятие отказывается от выпуска продукции видов $1, 2, \dots, n$ и переходит к выпуску продукции вида $n+1, \dots, n_1$. Запасы материальных ресурсов вида $1, 2, \dots, M$ и оборудование вида $1, 2, \dots, K$, которыми обладает предприятие, продаются, и полученные деньги от реализации этих активов вместе с кредитом используются для организации производства новых видов продукции $n+1, \dots, n_1$. В этих условиях оптимизационная задача распределения финансовых средств формулируется следующим образом:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (2.36)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L l_{ijp} x_{ij} \leq Z_p \quad (p = M+1, \dots, M_1) \quad (2.37)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L t_{ijf} x_{ij} \leq Y_f \tau_f \quad (f = K+1, K+2, \dots, K_1) \quad (2.38)$$

$$\sum_{j=1}^L x_{ij} \leq P t_i \quad (i = n+1, \dots, n_1) \quad (2.39)$$

$$\sum_{p=1}^M V_p \beta_p + \sum_{p=1}^K k_p \gamma_p + W \geq \sum_{p=M+1}^{M_1} Z_p \beta_p + \sum_{f=K+1}^{K_1} Y_f \gamma_f \quad (2.40)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L \sum_{f=K+1}^{K_1} \delta_{ijf}^1 x_{ij} \leq Q^1 \quad (2.41)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} \sum_{j=1}^L \sum_{f=K+1}^{K_1} \delta_{ijf}^2 x_{ij} \leq Q^2 \quad (2.42)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad x_{ij} \in I, \quad y_f \geq 0, \quad y_f \in I, \quad \geq \quad (2.43)$$

$$(i = n+1, \dots, n_1) (j = 1, 2, \dots, L); (f = K+1, \dots, K_1), (p = M+1, \dots, M_1)$$

2.5. МЕТОДЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ В МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

2.5.1 Анализ устойчивости при линейном росте цен на выпускаемую продукцию

Рассмотрим проблему управления кредитными ресурсами в ситуации, когда цена на продукцию линейно растет вместе с инфляцией. Предположим, что величина маржинального дохода ($C_{ij}(\xi)$) при выпуске одной единицы продукции вида i по технологии j при уровне инфляции ξ будет равна:

$$C_{ij}(\xi) = C_{ij}(0) + n_{ij}\xi C_{ij}(0) \quad (2.44)$$

Здесь $C_{ij}(0)$ — маржинальный доход в момент планирования будущей стоимости продукции и ресурсов.

Пусть x_{ij}^e — производственная программа, являющаяся решением задачи (2.8–2.16) при $\xi = 0$. Возникает вопрос, остается ли эта программа оптимальной при уровне инфляции $\xi > 0$. Рассмотрим значение целевой функции (2.8) в данном случае:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L (C_{ij}(0) + C_{ij}(0)n_{ij}\xi)x_{i,j}^e - Z_{\text{пост}} \quad (2.45)$$

Введем функцию $f^e(\xi)$ следующим образом:

$$f^e(\xi) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)x_{ij}^e + \xi \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^e - Z_{\text{пост}} \quad (2.46)$$

Эта функция является возрастающей линейной функцией от переменной ξ (уровень инфляции) и задает значение целевой функции (2.8) на производственной программе x_{ij}^e при уровне инфляции ξ .

Интенсивность роста функции $f^e(\xi)$ определяется величиной ее производной, которая равна:

$$[f^e(\xi)]' = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^e \quad (2.47)$$

Легко видеть, что если рассчитать производные $f^q(\xi)$ для всех производственных программ $q = 1, 2, \dots, N$ и выделить среди них те, у которых $[f^q(\xi)]' > [f^e(\xi)]'$, то именно эти производственные

программы дадут более высокое значение целевой функции (2.8) при некотором уровне инфляции ξ . Упорядочим все производственные программы $x_{ij}^1, \dots, x_{ij}^N$ в порядке возрастания величин

$$\left[[f^1(\xi)]', \dots, [f^N(\xi)]' \right].$$

Очевидно, что с ростом инфляции оптимальными могут быть только производственные программы $x_{ij}^{e+1}, \dots, x_{ij}^N$, где x_{ij}^e — оптимальная производственная программа при $\xi = 0$.

Предположим, что постоянные затраты $Z_{\text{пост}}$ не зависят от выбора производственной программы. Рассмотрим следующие уравнения относительно ξ :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)x_{ij}^e + \xi \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^e = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)x_{ij}^q + \xi \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^q \quad (2.48)$$

$$q = e + 1, \dots, N$$

Решение каждого из этих $N - e$ уравнений получается по формуле:

$$\xi^q = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)x_{ij}^e - \xi \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^q}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)x_{ij}^q - \xi \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L C_{ij}(0)n_{ij}x_{ij}^e} \quad q = e + 1, \dots, N \quad (2.49)$$

Определим $\xi_1 = \min \xi^q, q = e + 1, \dots, N$.

Очевидно, что при уровне инфляции $\xi > \xi_1$ оптимальной будет производственная программа $x_{i,j}^\theta (e < \theta \leq N)$. Если $\theta < N$, то можно снова рассмотреть систему уравнений относительно ξ , которая определяет новое значение инфляции $\xi_2 (\xi_2 > \xi_1)$, при которой оптимальной будет уже другая производственная программа $x_{i,j}^{\theta_1} (N \geq \theta_1 > \theta)$. Продолжаем этот процесс до тех пор, пока оптимальной не станет программа x_{ij}^N при уровне инфляции ξ^* . Дальнейший переход на другие программы при росте инфляции невозможен, так как $[f^N(\xi)]' > [f^j(\xi)]' \quad j = 1, 2, \dots, N$.

Следовательно, доказано следующее утверждение: при линейном росте цены на выпускаемую продукцию от инфляции, интервал изменения инфляции $\xi \in [0; \infty)$ может быть разбит на ко-

нечное число отрезков таким образом, что при изменении инфляции в рамках одного отрезка оптимальная программа задачи (2.8–2.16) не меняется.

Графическая интерпретация утверждения представлена на рисунке 2.1, где по вертикали откладываются оптимальные значения целевой функции задачи (2.8–2.16) в зависимости от величины инфляции. Точки $\xi^1, \xi^2, \xi^3, \xi^4$ соответствуют уровням инфляции, при которых происходит смена оптимальной производственной программы.

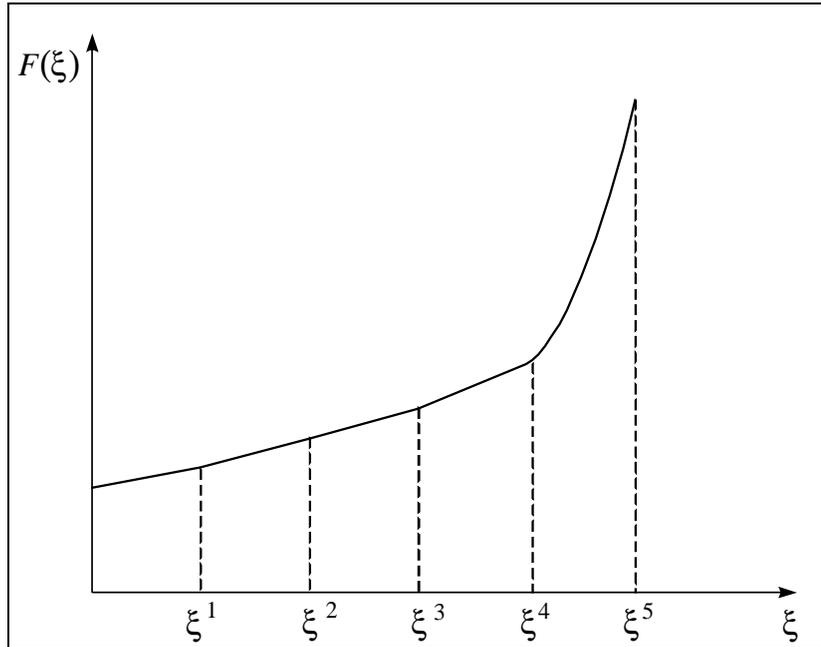


Рис. 2.1. Области устойчивости задачи (2.1—2.7) при росте цен на выпускаемую продукцию

2.5.2. Анализ устойчивости при линейном росте цен на материальные ресурсы

Будем считать, что цены на материальные ресурсы производства растут линейно относительно инфляции, т.е. $\beta_p(\xi) = \beta_p(0) + m_p \beta_p(0)\xi$

В условиях ограниченного кредита в объеме W , получим, что при $\xi=0$ выполняется следующее неравенство на оптимальной производственной программе:

$$\sum_{p=1}^M Z_p^e \beta_p(0) \leq W \quad (2.50)$$

Здесь Z_p^e ($p=1,2,\dots,M$) — портфель закупок материальных ресурсов, обеспечивающий производственную программу x_{ij}^e .

При росте цен на материальные ресурсы производства должно выполняться следующее неравенство для обеспечения производственной программы x_{ij}^e :

$$\sum_{p=1}^M Z_p^e (\beta_p(0) + m_p \beta_p(0)\xi) \leq W \quad (2.51)$$

Отсюда максимальный уровень инфляции, при котором кредита в объеме W будет достаточно для закупки материалов и сырья для производственной программы x_{ij}^e , рассчитывается по формуле:

$$\xi = \frac{W - \sum_{p=1}^M Z_p^e \beta_p(0)}{\sum_{p=1}^M Z_p^e m_p \beta_p(0)} \quad (2.52)$$

Если уровень инфляции превысит уровень, заданный формулой (2.52), то объемы производства будут снижены.

Динамика снижения значения целевой функции на оптимальном решении при увеличении уровня инфляции и неизменности цен на конечную продукцию изображена на рисунке 2.2.

Уменьшение значения целевой функции на оптимальной производственной программе связано с ростом переменных издержек и сохранением объема выручки на оптимальной производственной программе.

Точки разрыва на рисунке 2.2 соответствуют уровням инфляции, при которых происходит сокращение объема производства. Точки излома на рисунке 2.2 соответствуют точкам перехода на другую производственную программу, на которой темпы снижения целевой функции от инфляции ниже.

2.5.3. Анализ устойчивости при одновременном росте цен на материальные ресурсы и производимую продукцию

Рассмотрим ситуацию, когда с ростом инфляции растут цены и на выпускаемую продукцию, и на материальные ресурсы. Как и ранее будем предполагать, что этот рост линеен. В этой ситуации вместе с ростом выручки растут и переменные издержки, поэтому можно говорить о том, что маржинальный доход от выпуска одной

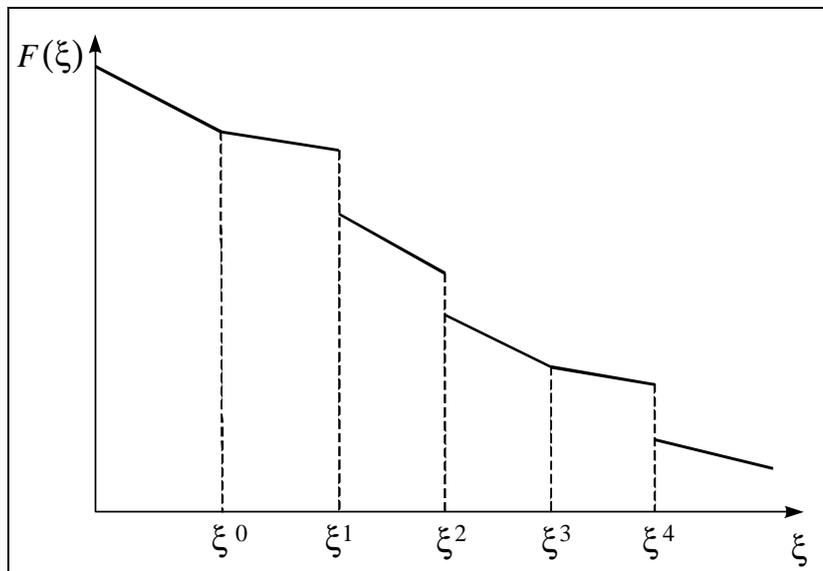


Рис. 2.2. Области устойчивости задачи (2.8—2.16) при росте цен на материальные ресурсы

единицы продукции i по технологии j также с ростом инфляции ξ будет меняться по закону:

$$C_{ij}(\xi) = C_{ij}(0) + n_{ij}C_{ij}(0)\xi \quad (2.53)$$

Но в отличие от ситуации, когда мы рассматривали рост цен только на продукцию при одновременном росте цен и на продукцию, и на материальные ресурсы коэффициенты n_{ij} могут быть как положительными, так и отрицательными. Поэтому в этом случае при определении точки перехода к другой производственной программе с одной стороны решается уравнение (2.48). Обозначим минимальное из решений уравнений (2.48) через $\bar{\xi}_1$. С другой стороны определяется максимальное $\bar{\xi}$, удовлетворяющее неравенству (2.51), обозначим его через $\bar{\xi}_2$. Если $\bar{\xi}_2 < \bar{\xi}_1$, то происходит переход от исходной производственной программы $x_{i,j}^e$ к программе с меньшим объемом выпуска продукции. Если же $\bar{\xi}_2 > \bar{\xi}_1$, то в точке $\bar{\xi}_1$ возможен переход к новой производственной программе $x_{i,j}^k$. Но это возможно только в том случае, если при уровне ин-

фляции $\bar{\xi}_1$ объем кредита W будет достаточен для обеспечения материальными ресурсами производственной программы $x_{i,j}^k$, то есть должно выполняться неравенство:

$$\sum_{p=1}^M Z_p^K (\beta_p(0) + m_p \beta_p(0) \bar{\xi}_1) \leq W \quad (2.54)$$

Здесь Z_p^K – объем материальных ресурсов вида p , необходимых для обеспечения производственной программы $x_{i,j}^k$.

Если неравенство (2.54) выполняется, то переход на программу $x_{i,j}^k$ возможен. Если же неравенство не выполняется, то рассматри-

ваем другое решение $\hat{\xi}_1$ уравнений (2.48), которое наименее удалено от $\bar{\xi}_1$. Если $\hat{\xi}_1 < \bar{\xi}_2$ и выполняется (2.54), то следует переходить на новую производственную программу. Если нет, то переходим к анализу следующего решения (2.48). Учитывая конечность производственных программ, число точек перехода на другие программы будет конечным, и, следовательно, утверждение, приведенное в п. 2.5.1 для данной ситуации остается верным.

2.5.4. Оценка эффективности производственной программы в условиях риска

В период переходной экономики такие ее параметры, как спрос на продукцию, цена продукции, цена на материальные ресурсы производства, а также величина других видов издержек в большой степени являются недетерминированными величинами. В этих условиях далее будем предполагать, что маржинальный доход по каждому виду выпускаемой продукции с учетом возможных различных технологий выпуска есть величина случайная с заданным законом распределения, т.е. значениями маржи при производстве одной единицы продукции i , выпускаемой по технологии j могут быть числа $c_{i,j}^1, \dots, c_{i,j}^m$ с вероятностями $p_{i,j}^1, \dots, p_{i,j}^m$ и при этом $\sum_{k=1}^m p_{i,j}^k = 1$;

$$p_{ij}^k \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,L).$$

Рассмотрим в этих предположениях упомянутую ранее задачу управления кредитными ресурсами, привлекаемыми предприятием для пополнения оборотных средств. В этой ситуации можно говорить о таком распределении кредитных ресурсов, которое оценивалось бы с одной стороны ожидаемой прибылью соответствующей

производственной программы, а с другой — риском производственной программы, понимая под риском дисперсию доходности производственной программы. Учитывая, что осуществление производственной программы, которая одновременно максимизировала бы ожидаемую доходность и минимизировала риск, крайне маловероятно, можно говорить, следуя теории портфельных инвестиций, о решении, которое оптимизирует хотя бы один показатель при ограничениях на значение второго. Сформируем в этих предположениях задачу минимизации риска портфельных закупок материальных ресурсов производства. Обозначим через Zt_i^j затраты на материальные ресурсы при производстве одной единицы продукции вида i , выпускаемой по технологии j . Тогда с учетом введенных выше обозначений затраты на материальные ресурсы при выпуске одной единицы продукции i по технологии j оцениваются следующим образом:

$$Zt_i^j = \sum_{p=1}^M l_{ijp} \beta_p \quad (2.55)$$

Далее, если как и ранее считать, что объем кредита равен W , получим, что величина затрат на материальные ресурсы при заданной производственной программе $x = (x_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, L$) должна удовлетворять следующему неравенству:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L x_{ij} Zt_i^j \leq W \quad \text{или} \quad \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L x_{ij} Zt_i^j}{W} \leq 1 \quad (2.56)$$

Введем новую переменную:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} Zt_i^j}{W} \quad (2.57)$$

Тогда, согласно теории Марковица, оптимальное решение по критерию минимизации риска портфельных закупок материальных ресурсов будет определено при решении следующей задачи квадратичного программирования:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L y_{ij} \sigma_{ij}^2 + \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^L \text{cov}_{ek}^{pq} y_{ek} y_{pq} \rightarrow \min \quad (2.58)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L y_{ij} \leq 1, \quad y_{ij} \geq 0 \quad (2.59)$$

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} W}{Zt_i^j} \quad (2.60)$$

Выражая значение x_{ij} через y_{ij} , введем ограничение на потребление материальных ресурсов.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \frac{y_{ij} W}{Zt_i^j} l_{ijp} \leq Z_p \quad (p = 1, 2, \dots, M) \quad (2.61)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \frac{y_{ij} W}{Zt_i^j} t_{ijf} \leq k_f t_f \quad (f = 1, 2, \dots, K) \quad (2.62)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L \frac{y_{ij} W \overline{c_{ij}}}{Zt_i^j} \geq D_p \quad (2.63)$$

$$\sum_{j=1}^L \frac{y_{ij} W}{Zt_i^j} \leq p_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.64)$$

$$y_{ij} \geq 0, \quad Z_p \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)(j = 1, 2, \dots, L; \quad (p = 1, 2, \dots, M) \quad (2.65)$$

В задаче (2.58–2.64) $\overline{c_{i,j}}$ — математическое ожидание маржи по i виду выпускаемой продукции с применением технологии j :

$$\overline{c_{i,j}} = \sum_{k=1}^m c_{ij}^k p_{ij}^k \quad (2.66)$$

D_p — минимальное значение маржинального дохода, получаемого при реализации производственной программы при минимизации целевой функции (2.58). Решение задачи (2.58–2.65), переменными которой являются $y_{i,j}$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, L$) и Z_1, \dots, Z_m , дает объемы выпускаемой продукции в производственной программе и объемы закупок материальных ресурсов производства, минимизирующие риск производственной программы при ограничении снизу на ее доходность.

Раздел 3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ФГУП «НИИЭМП»

3.1. О ПРЕДПРИЯТИИ

Пензенский научно-исследовательский институт электронно-механических приборов (НИИЭМП) основан в январе 1959 г. в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР №1315–633 от 3 декабря 1958 г. «О мерах по развитию специализированного производства и научно-производственной базы по радиодеталям».

В течение более чем 50-летней научно-технической и производственной деятельности ФГУП «НИИЭМП» является российским лидером в области производства резисторов и единственным предприятием в России по разработке и производству высоковольтных высокочастотных вакуумных коммутирующих устройств и конденсаторов.

В рамках конверсии с учетом требований рынка институт освоил новые направления деятельности:

- приборы для топливно-энергетического комплекса;
- элементы автомобильной электроники;
- школьное оборудование.

За время своего существования ФГУП «НИИЭМП» обеспечило создание и промышленный выпуск более 300 типов радиокомпонентов — резисторов, гибридных интегральных микросхем, вакуумных конденсаторов и коммутирующих устройств, более 550 типов специального технологического и контрольно-измерительного оборудования, а для оснащения предприятий, производящих резисторы, разработал ряд новых технологических процессов и основополагающие государственные и отраслевые стандарты.

В настоящее время разработана и внедряется концепция развития института на ближайшие десять лет. В концепции обозначены двенадцать основных направлений.

3.1.1. Традиционное направление

Традиционное направление деятельности института связано с разработкой, созданием и организацией производства новой но-

менклатуры изделий электронной техники по закрепленным за институтом направлениям.

По направлению резисторов и резисторных компонентов.

Будут продолжены исследовательские и конструкторские работы по созданию:

- опрессованных толсто пленочных наборов резисторов для автоматизированного поверхностного монтажа с временной нестабильностью (1...2)%;
- токочувствительных фольговых резисторов со значением ТКС до $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ 1/°С;
- тонко пленочных и металлофольговых терморезисторов для поверхностного монтажа, в том числе и гибких, позволяющих производить тепловой контроль в диапазоне температур от минус 60°С до 300°С;
- серии прецизионных сверхминиатюрных малоиндуктивных проволочных резисторов и фольговых наборов резисторов с малым значением ТКС;
- высоковольтных высокомегаомных резисторов с использованием толсто пленочной технологии.

По тонко пленочным гибридным интегральным схемам.

Будут продолжены исследования по созданию базовых конструкций высокоточных гибридных цифроаналоговых преобразователей с числом двоичных разрядов до 16 на основе тонко пленочных резистивных структур в металлокерамическом корпусе.

По направлению вакуумных коммутирующих устройств.

Будут продолжены исследовательские и конструкторские работы по созданию серии высоковольтных высокочастотных вакуумных выключателей и переключателей, предназначенных для использования в радиосвязных и приемопередающих бортовых и наземных комплексах.

3.1.2. Направление по созданию новых электронных компонентов

Важнейшими задачами по созданию новых электронных компонентов являются:

- создание нового поколения высоковольтных высокочастотных вакуумных конденсаторов переменной емкости в металлокерамическом корпусе;
- освоение в производстве прецизионных проволочных потенциометров для оснащения ими предприятий Авиапрома.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 гг. будут разработаны технологии и базовые конструкции резисторов и резистивных структур нового поколения для поверхностного монтажа, в том числе резисторы с повышенными характери-

ками, ультранизкоомные резисторы, малогабаритные подстроечные резисторы. Кроме указанных работ, институт планирует участие в программе работ в области нанотехнологий, которая должна войти в перечень программных мероприятий Госкорпорации «Ростехнологии».

3.1.3. Диверсификация производства

Следующим важнейшим направлением работ, продиктованным диверсификацией производства, является разработка нового поколения приборов в интересах естественных монополий, собственных нужд, а также для нужд предприятий подотрасли.

Будет продолжена модернизация метрологической и испытательной базы подразделений института за счет оснащения приборами собственных разработок.

Будут продолжены работы по проведению сертификации разработанных институтом приборов. Практически все работы по созданию новых приборов и стендов и их сертификация будут осуществляться за счет собственных средств в рамках инициативных работ.

3.1.4. Технологическое перевооружение и модернизация производства

Технологическое перевооружение будет осуществляться через закупку нового оборудования, а также реновацию и модернизацию существующих станков и оборудования, как за счет собственных средств, так и за счет бюджетных ассигнований.

3.1.5. Реконструкция и ремонтно-строительные работы

Будут продолжены работы по реконструкции подразделений института, а также запланирован большой объем ремонтно-строительных работ, связанных с ремонтом корпусов и благоустройством территории института.

3.1.6. Инженерное обеспечение

Основной задачей службы инженерного обеспечения является бесперебойное инженерное обеспечение всех подразделений института. Планируется провести реконструкцию оборотного водоснабжения; продолжить работы по монтажу систем кондиционирования воздуха в лабораторных и производственных помещениях института, дальнейшую модернизацию водородной станции с целью повышения ее производительности до 9 кубических метров в час, тем самым сократить расходы на приобретение водорода на стороне.

3.1.7. Внедрение компьютерной техники и информационных технологий

В настоящее время полностью завершена компьютеризация института. Создана общеинститутская локальная сеть, всем подразделениям обеспечен свободный доступ в Интернет.

В дальнейшем основные усилия будут направлены на повышение эффективности работы сайта института, поддержание работоспособности имеющейся вычислительной техники на должном уровне и повышение эффективности ее использования.

Будут внедрены новые программы бухгалтерии с использованием их для решения задач оперативного учета производства, материальных запасов, незавершенного производства и др. В настоящее время решаются вопросы по закупке и использованию лицензионных программных продуктов.

3.1.8. Кадровая политика

Основной задачей кадровой политики является доведение среднего возраста сотрудников института до 35–40 лет.

При этом особое внимание будет уделяться привлечению молодежи в основные разрабатываемые подразделения института для проведения работ, связанных с разработкой новых изделий электронной техники.

В настоящее время в институте восстановлена общественная молодежная организация «Совет молодых специалистов», которая будет более эффективно решать технические, социальные, культурные и иные задачи; много внимания уделяется вопросам руководства дипломными проектами, которые направлены в первую очередь на решение задач института.

Ведется работа по подготовке кадров высшей квалификации.

3.1.9. Финансово-экономическая политика

Важнейшей задачей деятельности института в условиях мирового экономического кризиса является всемерная экономия финансовых и производственных ресурсов, дальнейшая стабилизация его финансового положения, в т.ч. и накопление собственных оборотных средств в объемах, необходимых для создания благоприятных условий динамичного развития предприятия в последующие годы.

3.1.10. Социальная политика

Основные обязанности работодателя перед работниками института зафиксированы в коллективном договоре. Сотрудники института имеют полный социальный пакет, средняя заработная плата индексируется с учетом инфляции.

3.1.11. Маркетинговая политика

Маркетинговая деятельность ФГУП «НИИЭМП» ставит своей главной целью сохранение за институтом позиций одного из основных разработчиков и производителей ИЭТ, поиск новых способов проникновения и закрепления позиций на рынках, завоевание и расширение определенных ниш на рынках стран СНГ и выход на рынки стран дальнего зарубежья.

Основными задачами маркетинговой службы института является стабилизация его финансового положения, связанная с увеличением объемов продаж производимой продукции.

Для решения поставленных задач будут использоваться стратегии: диверсификации, интеграции и интенсификации.

3.1.12. Внешнеэкономическая деятельность

Основной задачей внешнеэкономической деятельности института является расширение сфер влияния и увеличение объемов продаж.

Предприятием осуществляются и будут продолжены поставки продукции института в р. Беларусь, р. Украину, р. Казахстан, р. Узбекистан, Сирию.

Планируется продолжить работу с предприятиями топливно-энергетического комплекса и железнодорожного транспорта Украины, Казахстана и Беларуси в части поставок приборной продукции института.

В настоящее время в соответствии с Постановлением Правительства РФ проводится подготовительная работа по приватизации института с вхождением его в Государственную корпорацию «Ростехнологии». В рамках подготовки к приватизации проведена инвентаризация материальных активов и результатов научно-технической деятельности института за 50 лет его существования.

3.2. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ

Приведенные во втором разделе модели были рассмотрены при анализе проекта расширения номенклатуры продукции, производимой одним из подразделений ФГУП «НИИЭМП».

Расчеты производились с использованием Microsoft Excel. В качестве исходных были взяты следующие данные:

- Параметры производимой продукции (8 и 13 видов изделий): цена изделия, переменные затраты, объем спроса.
- Характеристика материально-сырьевых ресурсов производства: виды, норма потребления по каждому виду конечной продукции, цена покупки материально-сырьевых ресурсов у поставщиков.
- Сведения о запасах ресурсов предприятия.

- Информация о производственной базе предприятия: виды оборудования (5 видов), норма времени использования оборудования по каждому виду изделия, количество единиц оборудования каждого вида.

Для определения выгоды от привлечения заемных средств и ввода в производственную программу предприятия новых единиц продукции было решено построить модели:

- модель оптимизации валовой прибыли многономенклатурного предприятия;
- модель оптимизации портфеля закупок материальных ресурсов производства с учетом использования кредита;
- модель оценки эффективности производственной программы в условиях риска и неопределенности.

3.2.1. Задача оптимизации валовой прибыли

Исходные данные.

Параметры производимой продукции приведены в табл. 3.2.1.

Таблица 3.2.1

Параметры производимой продукции				
Производимая продукция	Цена, руб.	Переменные затраты, руб.	Маржинальный доход, руб.	Спрос, ед.
HP1-17	1537,00	1281,07	255,93	457
HP1-22	1776,00	1544,16	231,84	794
HP1-33	1461,00	1217,72	243,28	350
HP1-43	1445,00	1204,19	240,81	340
HP1-53	5404,00	4503,52	900,48	1916
HP1-54	2018,00	1682,16	335,84	886
HP1-55	1759,00	1598,22	160,78	3678
HP1-60	2319,00	1932,49	386,51	152

Сведения о запасе ресурсов предприятия приведены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Запас ресурсов	
Ресурс	Запас (кг, м)
Кермет К20С	0,10
Дозированные гранулы алюминия	0,08
Краска черная МА-514	0,20
Лак ЭП-730	0,90
Паста У2	1,12
Катализатор №28	0,10
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,10

Окончание таблицы 3.2.2

Ресурс	Запас (кг, м)
Толуол	0,49
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	57

Информация о производственной базе предприятия приведена в таблице 3.2.3.

Таблица 3.2.3

Производственная база предприятия

Производственная база	Время загрузки, час	Время эффективного использования, час	Количество, ед.
УВН71-ПЗ	0,23529412	7924	1
Термокамера	0,80	13867	1
Термостат	0,22	13867	1
Установка сварки	0,11	13867	1
Установка совмещения и экспонирования	0,1	13867	1

С учетом исходных данных о деятельности ФГУП «НИИЭМП» задача оптимизации выбора производственной программы может быть сформулирована следующим образом.

В соответствии с номенклатурой выпускаемой продукции целевая функция имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^8 C_i X_i \rightarrow \max$$

Ограничения:

На материально-сырьевые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^8 l_{i1} x_i \leq 0,1$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i2} x_i \leq 0,08$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i3} x_i \leq 0,2$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i4} x_i \leq 0,9$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i5} x_i \leq 1,12$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i6} x_i \leq 0,1$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i7} x_i \leq 0,1$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i8} x_i \leq 0,1$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i9} x_i \leq 0,49$$

$$\sum_{i=1}^8 l_{i10} x_i \leq 57$$

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^8 t_{i1} x_i \leq 7924$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i2} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i3} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i4} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i5} x_i \leq 13867$$

На затраты электро- и теплоэнергии:

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^1 x_i \leq 80000$$

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^2 x_i \leq 6000$$

На спрос выпускаемых видов продукции:

$$x_i \leq P t_i$$

На целочисленность и неотрицательность:

$$x_i \geq 0$$

$$x_i \in I$$

$$i = 1, 8$$

Решением данной задачи будет являться оптимальная программа производства продукции ФГУП «НИИЭМП», определяющая количество изделий каждого вида, которое необходимо произвести и реализовать в рассматриваемом временном периоде для достижения максимального финансового результата. Учитываемые в модели нормы потребления ресурсов и времени обработки изделий на различном оборудовании приведены в Приложении 1.

Полученное решение позволяет сделать вывод о том, что максимальная прибыль при реализации расчетной производственной программы составляет 2 656 338, 47 рублей. При этом производимые объемы полностью удовлетворяют потребности рынка в изделиях НР1–17, НР1–22, НР1–33, НР1–53, НР1–60. Для производства же изделий НР1–43, НР1–54 и НР1–55 в объемах спроса на предприятии недостаточно запасов материально-сырьевых ресурсов. Данные по расходу ресурсов приведены в таблице «Потребление и запас ресурсов», приведенной в Приложении 1.

3.2.2. Задача оптимизации портфеля закупок материальных ресурсов производства с учетом использования кредита

С целью увеличения объемов производства изделий до уровня спроса, а также расширения ассортимента продукции, принимается решение о необходимости привлечения заемного капитала. С учетом известных нормативов потребления материально-сырь-

евых ресурсов производства, времени обработки каждого изделия каждого вида на различном оборудовании, максимального размера затрат на оплату электроэнергии и тепловой энергии, а также принимая во внимание, что доступный для предприятия объем краткосрочных кредитных ресурсов в данном периоде не может превышать 2 000 000 рублей, запишем задачу оптимизации инвестиций в материальные активы ФГУП «НИИЭМП» следующим образом.

Исходные данные.

Параметры производимой продукции приведены в таблице 3.2.4.

Таблица 3.2.4

Параметры производимой продукции

Производимая продукция	Цена, руб.	Переменные затраты, руб.	Маржинальный доход, руб.	Спрос, ед.
НР1-17	1537,00	1281,07	255,93	457
НР1-22	1776,00	1544,16	231,84	794
НР1-33	1461,00	1217,72	243,28	350
НР1-43	1445,00	1204,19	240,81	340
НР1-53	5404,00	4503,52	900,48	1916
НР1-54	2018,00	1682,16	335,84	886
НР1-55	1759,00	1598,22	160,78	3678
НР1-60	2319,00	1932,49	386,51	152
313НР310-311	4015,00	3766,67	248,33	937
ТРП	1053,00	877,48	175,52	327
427ПА2	11592,00	10079,7	1512,30	195
427ПА4	14270,00	12409,01	1860,99	52
К427ПА5Т	19930,00	18113,74	1816,26	25

Сведения о запасах ресурсов предприятия приведены в таблице 3.2.5.

Таблица 3.2.5

Запас ресурсов

Ресурс	Запас (кг, м)
Кермет К20С	0,1
Дозированные гранулы алюминия	0,08
Краска черная МА-514	0,2
Лак ЭП-730	0,9
Паста У2	1,12
Катализатор №28	0,1
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,1
Толуол	0,49
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	57

Информация о производственной базе приведена в таблице 3.2.6.

Таблица 3.2.6

Производственная база предприятия

Производственная база	Время загрузки (час)	Время эффективного использования (час)	Количество, ед.
УВН Caroline D12B	0,23529412	15848	1
Термокамера	0,80	13867	1
Термостат	0,22	13867	1
Установка сварки	0,11	13867	1
Установка совмещения и экспонирования	0,1	13867	1

Информация по кредиту.

Кредитный лимит – 2 000 000,00 рублей.

Срок кредита – 1 год.

Ставка по кредиту – 15% годовых.

Условия возврата – сумма и проценты по кредиту возвращаются в конце срока.

Учитываемые в модели нормы потребления ресурсов и времени обработки изделий на различном оборудовании приведены в Приложении 2.

Целевая функция задачи имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{13} c_i x_i \rightarrow \max$$

Ограничения:

На материально-сырьевые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^{13} l_{i1} x_i \leq Z_1$$

$$\sum_{i=1}^{13} l_{i2} x_i \leq Z_2$$

$$\sum_{i=1}^{13} l_{i3} x_i \leq Z_3$$

...

$$\sum_{i=1}^{13} l_{i26} x_i \leq Z_{26}$$

$$\sum_{i=1}^{13} l_{i27} x_i \leq Z_{27}$$

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i1} x_i \leq 15848$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i2} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i3} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i4} x_i \leq 13867$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i5} x_i \leq 13867$$

На затраты электро- и теплоэнергии:

$$\sum_{i=1}^{13} \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^1 x_i \leq 80000$$

$$\sum_{i=1}^{13} \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^2 x_i \leq 6000$$

На спрос выпускаемых видов продукции:

$$x_i \leq Pt_i$$

На целочисленность и неотрицательность:

$$x_i \geq 0$$

$$x_i \in I$$

$$i = \overline{1,13}$$

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{p=1}^{27} Z_p \beta_p \leq W$$

$$Z_p \geq 1, p = \overline{1,27}$$

Решение данной задачи позволяет определить оптимальный набор переменных Z_p — объемы закупок материально-сырьевых ресурсов, приведенных в таблице 3.2.7, необходимых для выпуска продукции ФГУП «НИИЭМП», с учетом доступного лимита кредитных средств и имеющихся запасов. Также учитывается тот факт, что минимальный размер партии равен 1 у.е. (кг, м).

Таблица 3.2.7

Объем закупок материально-сырьевых ресурсов

Ресурс	Объем запасов (кг, м)	Объем закупки (кг, м)	Цена единицы ресурса (руб.)	Стоимость закупки (руб.)
Кермет К20С	0,1	1	1534	1534
Дозированные гранулы алюминия	0,08	1	825	825

Окончание таблицы 3.2.7

Ресурс	Объем запасов (кг, м)	Объем закупки (кг, м)	Цена единицы ресурса (руб.)	Стоимость закупки (руб.)
Краска черная МА-514	0,2	1	4000	4000
Лак ЭП-730	0,9	1	305	305
Паста У2	1,12	0	349,6	0
Катализатор №28	0,1	0	4000	0
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,1	1	600	600
Толуол	0,49	0	144,27	0
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	57	550	0,85	467,5
Нефрас — С 50/170		1	55,60	55,6
Припой ПОС-61		1	351,69	351,69
Канифоль сосновая		1	150,00	150
Подложка ситалловая СТ 50-1-1-0,6		1500	85,00	127500
Проволока кр.Зл. 999,9 — 0,04		1	1463,95	1463,95
Аноды серебрянные		1	18,19	18,19
Дицианоаргентат калия		1	16,65	16,65
Прессматериал АГ-4В		1	250,00	250
Смола эпоксидная ЭД-20		1	149,05	149,05
Пластикат ДБФ		1	261,00	261
Полиэтиленполиамин		1	106,60	106,6
Ситалл ЭА-1-Б		1	5000,00	5000
Компаунд КЭ-14В		1	6058,00	6058
Лента Л63 ДПрНТ 0,15		1	296,61	296,61
Проволока медная Ø0,6		1	285,00	285
Кристалл Б572ПП1-4		3500	248,18	868630
Никель НПА-1		1	932,20	932,2
Гелий		5	712,50	3562,5

Итого на приобретение ресурсов будет потрачено 1 022 818,54 рублей. Следовательно, исходя из кредитного лимита предприятия, целесообразно взять заем в размере 1 100 000,00 рублей. Тогда в конце года предприятию необходимо будет совершить платеж по кредиту в размере 1 265 000,00 рублей, включающий в себя возврат суммы кредита и начисленных за год процентов. Значение целевой функции — 3 309 322,10 рублей. В результате мы получаем прибыль, которая составляет 2 044 322,10 рублей.

Распределение маржинального дохода по вероятности

Наименование изделия	МД с вероятностью 0,69	МД с вероятностью 0,04	МД с вероятностью 0,04	МД с вероятностью 0,23
НР1–17	255,93	276,40	253,37	273,64
НР1–22	231,84	250,39	229,52	247,88
НР1–33	243,28	262,74	240,85	260,11
НР1–43	240,81	260,07	238,40	257,47
НР1–53	900,48	972,52	891,48	962,79
НР1–54	335,84	362,71	332,48	359,08
НР1–55	160,78	173,64	159,17	171,91
НР1–60	386,51	417,43	382,64	413,26
313НР310–311	248,33	268,20	245,85	265,51
ТРП	175,52	189,56	173,76	187,67
427ПА2	1512,30	1633,28	1497,18	1616,95
427ПА4	1860,99	2009,87	1842,38	1989,77
К427ПА5Т	1816,26	1961,56	1798,10	1941,95

Сравнив результаты расчетов, полученных по моделям оптимизации валовой прибыли многономенклатурного предприятия и кредитования расширения предприятия, можно сделать следующие выводы:

1. Значение целевой функции при расширении предприятия возрастает в 1,25 раза. Однако после выплат по кредиту в распоряжении ФГУП «НИИЭМП» остается 2 044 322,10 рублей. Эта сумма является меньшей по сравнению с финансовым результатом, полученным в первой модели. Соответственно, в краткосрочном периоде модель расширения производства предприятия с использованием заемных средства не является наиболее выгодной.

2. В долгосрочном периоде планировании ФГУП «НИИЭМП» целесообразно воспользоваться кредитными средствами с целью приобретения дополнительного материально-сырьевых ресурсов и расширить номенклатуру производимых изделий. Т.к. после первого года эта программа будет приносить существенно большую финансовую выгоду, чем модель нерасширенного производства. Это позволит в дальнейшем повысить инвестиционную привлекательность предприятия, увеличив тем самым доступный кредитный лимит, который можно будет использовать для обновления технической базы предприятия и повышения его конкурентоспособности.

3. Исходя из таблицы норм потребления ресурсов, приведенной в Приложении 2, запасов, приобретенных в год планирования, будет достаточно для производства продукции по выбранному оптимальному плану еще на один год. В долгосрочной перспективе это снижает затраты будущих периодов, и, соответственно, повышает эффективность производственной программы.

3.2.3. Оценка эффективности производственной программы в условиях риска

Рассматривая предыдущую модель, предполагалось, что цена изделия, затраты на производство продукции, спрос и др. являются заранее известными величинами. Однако в действительности эти параметры чаще всего оказываются величинами случайными. В связи с этим особый интерес для предприятия, формирующего свою инвестиционную политику, имеют модели со случайными входными параметрами.

Одним из подходов к оценке риска производственной программы является дисперсия маржинального дохода производственной программы.

Предположим, что маржинальный доход от единицы реализованной продукции вида i является дискретной случайной величиной, которая принимает значения с определенной вероятностью, что указано в таблице 3.2.8.

В этих условиях сформулируем задачу о распределении кредитных ресурсов, которое максимизировало бы прибыль и минимизировало риск портфельных закупок материальных ресурсов производства.

Исходные данные (приведены в Приложении 3):

- Затраты на приобретение материально-сырьевых ресурсов при выпуске одной единицы продукции
- Стоимость приобретения единицы ресурса
- Минимальное значение маржинального дохода — 2 300 000,00 рублей исходя из требования возвратности кредита в 2 000 000,00 рублей и ставки 15% годовых.

Целевая функция будет иметь вид:

$$\sum_{i=1}^n y_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i>j}^n \text{cov}_{i,j} y_i y_j \rightarrow \min$$

Переменная $y_i = \frac{x_i Z t_i}{W}$ содержательно характеризует долю заемных средств, использованную на приобретение материально-сырьевых ресурсов, необходимых для производства продукции вида i .

Учитывая это, получим следующую систему ограничений:

На материально-сырьевые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^{13} \frac{y_i W}{Zt_i} l_{i1} \leq Z_1$$

$$\sum_{i=1}^{13} \frac{y_i W}{Zt_i} l_{i2} \leq Z_2$$

...

$$\sum_{i=1}^{13} \frac{y_i W}{Zt_i} l_{i27} \leq Z_{27}$$

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n \frac{y_i W}{Zt_i} t_{ik} \leq 13867$$

$$k = \overline{1,5}$$

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{p=1}^{27} \beta_p Z_p \leq W$$

На спрос на продукцию предприятия:

$$\frac{y_1 W}{Zt_1} \leq P_1$$

$$\frac{y_2 W}{Zt_2} \leq P_2$$

...

$$\frac{y_{13} W}{Zt_{13}} \leq P_{13}$$

На маржинальный доход:

$$\sum_{i=1}^n \frac{y_i W c_i}{Zt_i} \geq D_{rp}$$

На неотрицательность переменных:

$$y_i \geq 0, Z_p \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (p = 1, 2, \dots, M)$$

Решение задачи дает объем выпускаемой продукции в производственной программе (таблица 3.2.10) и объемы закупок матери-

альных ресурсов производства (Приложение 3), минимизирующих риск производственной программы при ограничении снизу на ее доходность.

Таблица 3.2.10

Объем выпускаемой продукции

Наименование изделия	Количество единиц по модели
НР1-17	457
НР1-22	794
НР1-33	350
НР1-43	340
НР1-53	375
НР1-54	802
НР1-55	3678
НР1-60	152
313НР310-311	337
ТРП	327
427ПА2	195
427ПА4	52
К427ПА5Т	0

Как видно из таблицы 3.2.10, в условиях неопределенности предлагается отказаться от введения в производственную программу изделия К427ПА5Т. Это связано с высокими затратами на производство этого изделия и ограниченностью кредитного лимита, а также с условием неопределенности в цене данного продукта.

Средний маржинальный доход от реализации производственной программы в условиях риска составляет 2 300 074,18 рубля, что заметно ниже финансового результата в условиях определенности по моделям, рассмотренным в 3.2.1 и 3.2.2.

В целом можно сделать вывод о том, что даже в случае недетерминированных входных параметров существует производственная программа, позволяющая произвести расширение производства с привлечением заемных средств.

3.3. ВЫВОДЫ

По итогам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Для повышения эффективности работы отечественных предприятий необходимо реформирование их организационной структуры и внедрение интегрированной системы управления, в которой

особое внимание должно уделяться процессам внутрифирменного планирования, контроля и управления риском.

2. Эффективность инвестиционного планирования как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде повышается многократно при применении математического аппарата — теории оптимизации, позволяющей получить обоснованное решение задач формирования инвестиционной и производственной стратегии с учетом ограничений на производственные мощности, материально-сырьевые, финансовые ресурсы, экономическую эффективность деятельности предприятия, прогнозируемый спрос на продукцию др.

3. Проведена оценка эффективности производственной программы в условиях риска, что позволяет предприятию сделать вывод о возможности использования кредитных ресурсов в случае недетерминированных значений входных параметров.

Раздел 4

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКЕ

4.1. ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ И ФУНКЦИИ КРЕДИТА. ПРИНЦИПЫ КРЕДИТОВАНИЯ

Кредит — это разновидность экономической сделки, договор между юридическими и физическими лицами о займе или ссуде, где один из партнеров (кредитор) предоставляет другому (заемщику) денежные средства на определенный срок с условием возврата эквивалентной стоимости с оплатой этой услуги в виде процента.

Кредит во многом является условием и предпосылкой развития современной экономики, неотъемлемым элементом экономического роста. Благодаря кредиту сокращается время на удовлетворение хозяйственных и личных потребностей. Его используют как крупные организации, так и малые производственные, сельскохозяйственные и торговые предприятия. А также государства, правительства и граждане.

Конкретной экономической основой, на которой появляются и развиваются кредитные отношения, выступают кругооборот и оборот средств (капитала).

На базе неравномерности кругооборота и оборота капитала естественным становится появление отношений, которые устраняют несоответствие между временем производства и временем обращения средств, разрешают относительное противоречие между временным оседанием средств и моментом возникновения необходимости их использования в народном хозяйстве.

Таким образом, основными причинами возникновения и функционирования кредитных отношений являются:

Общеэкономические:

- товарное производство;
- движение стоимости в сфере товарного обмена;
- функционирование предприятий на условиях коммерческого расчета.

Специфические:

- сезонный характер отдельных производств;
- несогласованность между накоплением средств и их расходованием на предприятии;

- отклонение фактического использования оборотных средств от их норматива в процессе индивидуального кругооборота оборотных фондов предприятий.

Таким образом, возникновение кредита связано с необходимостью обеспечения непрерывного процесса воспроизводства, с временным высвобождением средств у одних предприятий и появлением потребности у других. При этом возникновение кредитных отношений связано не с самим фактом разногласия во времени, а в договоренности между субъектами кредитных отношений в отношении составления кредитного соглашения.

Кредит берут не потому, что заемщик беден, а потому, что у него в силу объективности кругооборота и оборота капитала в полной мере не достаёт собственных ресурсов.

Особенности индивидуального оборота средств предприятий обуславливаются многими объективными и субъективными факторами.

К объективным факторам относятся:

- отраслевая принадлежность предприятия;
- характер производственного процесса;
- сезонность производства.

К субъективным факторам относят:

- уровень организации производств;
- уровень организации сбыта и поставки;
- др. факторы.

Кредитные отношения характеризуются тем, что их субъектами являются две стороны: кредитор и заемщик.

Для того, чтобы возможность кредита стала реальностью, нужны определенные условия, по крайней мере два:

1) кредит становится необходимым в том случае, если происходит совпадение интересов кредитора и заемщика;

2) участники кредитной сделки — кредитор и заемщик — должны выступать как самостоятельные субъекты, материально гарантирующие выполнение обязательств, вытекающих из экономических связей.

Объектом кредита могут выступать денежные средства, ТМЦ, затраты, товары, выполненные работы, оказанные услуги.

Основными объектами при краткосрочном кредитовании оборотных средств являются: производственные запасы; незавершенное производство или полуфабрикаты собственного производства; затраты будущих периодов; готовая продукция и товары; платежные и расчетные операции с поставщиками и покупателями.

Объектами долгосрочного или среднесрочного кредитования являются: капитальные вложения, связанные с реконструкцией,

модернизацией предприятия, внедрением новой техники, усовершенствованием технологии производства.

В развитом рыночном хозяйстве кредит выполняет следующие основные функции:

- 1) перераспределительную;
- 2) замещения денег в обороте;
- 3) стимулирующую;
- 4) контрольную.

Таблица 4.1

Сущность функций кредита

<i>Функция</i>	<i>Сущность функции</i>
Перераспределительная	Перераспределение стоимости на основе платности, срочности, обеспеченности и возвратности. Особенность — временной характер. Перераспределению подлежат как денежные средства, так и товарные ресурсы
Стимулирующая	Стимулирует эффективное использование займа со стороны заемщика. Со стороны кредитора стимулирующим фактором является заемный процент
Функция замещения денег	Кредит создает деньги для безналичного денежного оборота (векселя, чеки, кредитные карточки). В основе лежит антиципированная сущность кредита — возможность предупредить процесс накопления в товарной и денежной форме
Контрольная	В процессе кредитования осуществляется взаимный контроль за использованием и возвратом займа

Принципы кредитования.

Кредитные отношения в экономике базируются на определенной методологической основе, одним из элементов которой выступают принципы, строго соблюдаемые при практической организации любой операции на рынке ссудных капиталов.

Когда говорят о правилах кредитования, имеют в виду главные правила, которые должны соблюдаться при его осуществлении. Эти положения и правила определяются природой, ролью, функциями кредита и теми общественными условиями, где они проявляются. Принципы могут меняться в зависимости от конкретных условий использования кредита.

К принципам кредитования относятся:

- 1) возвратность;
- 2) срочность;
- 3) обеспеченность;
- 4) платность;
- 5) целевое назначение.

Рассмотрим подробнее каждый из принципов.

1. Этот принцип выражает необходимость своевременного возврата полученных от кредитора финансовых ресурсов после завершения их использования. Кредит как определенная система экономических отношений отличается от других денежных отношений тем, что здесь движение денег происходит на условиях возвратности. Следовательно, в данном принципе заключена сущность кредитных отношений: ссуда возвратна и важно обеспечить возврат средств в установленный срок.

2. Срочность кредитования представляет собой необходимую форму достижения возвратности кредита. Этот принцип отражает необходимость возврата кредита в точно определенный срок, зафиксированный в кредитном договоре. И, следовательно, срочность есть временная определенность возвратности кредита. Срок кредитования является предельным временем нахождения ссуженных средств в хозяйстве заемщика и выступает той мерой, за пределами которой к заемщику применяются экономические санкции в форме увеличения взаимного процента, а при дальнейшей отсрочке — предъявление финансовых требований в судебном порядке. Если нарушается срок пользования ссудой, то искажается сущность кредита, он теряет свое подлинное назначение.

3. Обеспеченность ссуд как принцип кредитной сделки показывает, что имеющиеся у заемщика имущество, ценности, недвижимость или солидный гарант позволяют кредитору иметь уверенность в том, что возврат ссуженных средств будет обеспечен в срок. Данный принцип подразумевает реальное обеспечение предоставленных заемщику ссуд различными видами имущества или обязательствами сторон. В качестве обеспечения своевременного возврата ссуды кредиторы по договору принимают в залог поручительство и обязательства в других формах, принятых практикой.

Кредитор, давая ссуду в залог, проверяет, насколько заложенное имущество отвечает предъявленным требованиям, в частности обеспечена ли ликвидность залогового имущества. Проверяются также способность ценностей к длительному хранению, стабильность цен на заложенное имущество, издержки по хранению и реализации залога. Как правило, цена залога несколько превышает сумму кредита, что необходимо для компенсации риска утраты, ущерба, изменения цен на имущество и т.п.

Для рыночной экономики проблема возвратности кредита и его обеспечения становится особенно актуальной. В связи с этим практика применения различных способов обеспечения кредитов должна расширяться и совершенствоваться.

4. Платность банковских ссуд означает внесение получателями кредита определенной платы за временное пользование для своих нужд денежными средствами. Реализация этого принципа

на практике осуществляется через механизм банковского процента. Ставка банковского процента — это своего рода «цена» кредита. Банку платность кредита обеспечивает покрытие его затрат, связанных с уплатой процентов за привлеченные в депозиты чужие средства, затрат по содержанию своего аппарата, а также обеспечивает получение прибыли для увеличения ресурсных фондов кредитования (резервного, уставного) и использования их на собственные и другие нужды.

При рассмотрении вопроса размера платы за кредит, банки должны учитывать следующие факторы:

- 1) ставка рефинансирования ЦБ РФ;
- 2) средняя процентная ставка привлечения (ставка привлечения межбанковских кредитов или ставка, уплачиваемая банком по депозитам различного вида);
- 3) структура кредитных ресурсов (чем выше доля привлеченных средств, тем дороже должен быть кредит);
- 4) спрос на кредит со стороны потенциальных заемщиков (чем меньше спрос, тем дешевле кредит);
- 5) срок, на который испрашивается кредит, вид кредита, а точнее степень его риска для банка в зависимости от обеспечения;
- 6) стабильность денежного обращения в стране (чем выше темп инфляции, тем дороже должна быть плата за кредит, т.к. у банка повышается риск потерять свои ресурсы из-за обесценивания денег).

5. Целевое назначение кредита распространяется на большинство видов кредитных операций, выражая необходимость целевого использования средств, полученных от кредитора. Находит практическое выражение в соответствующем разделе кредитного договора, устанавливающего конкретную цель выдаваемой ссуды, а также в процессе банковского контроля над соблюдением этого условия заемщиком. В случаях использования предприятием полученной ссуды не по целевому назначению, банк прекращает кредитование данного предприятия и принимает меры по досрочному взысканию выданной ссуды.

Совокупное применение на практике всех принципов банковского кредитования позволяет соблюдать как макроэкономические интересы, так и интересы на микроуровне обоих субъектов кредитной сделки — банка и заемщика.

4.2. ВИДЫ БАНКОВСКИХ КРЕДИТОВ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЮ

Одной из наиболее распространенных форм кредитных отношений в экономике является банковский кредит. Объектом таких кредитных отношений выступает процесс передачи в ссуду непо-

средственно денежных средств и предоставляются они исключительно специализированными кредитно-финансовыми организациями, имеющими лицензию на осуществление подобных операций от Центрального банка РФ.

Банковский кредит классифицируют по таким притокам:

- 1) целевая направленность;
- 2) срок кредита;
- 3) вид процентной ставки;
- 4) валюта кредита;
- 5) виды обслуживания.

В зависимости от цели кредит может выдаваться на:

- финансирование оборотного капитала;
- финансирование основного капитала;
- выкуп приватизированного предприятия.

В зависимости от срока выделяют: краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный кредиты.

Краткосрочный кредит предоставляется банками, как правило, для покрытия временных затруднений, возникающих в связи с затратами производства и обращения, не обеспеченными поступлением собственных средств в соответствующем периоде. Выдаются краткосрочные ссуды на срок до одного года.

Краткосрочное кредитование является наименее рискованным, так как кредит обычно выдаётся в среднем на 3—8 месяцев. В рамках данного периода представляется возможным оценить как экономическую ситуацию в целом по стране, так и кредитоспособность отдельного заёмщика, что не всегда удаётся осуществить на более длительный срок.

Краткосрочный кредит как форма движения совокупного оборотного капитала выполняет и ряд специфических функций, отличающих его от долгосрочного кредита — это:

- перераспределение совокупного оборотного капитала внутри реального сектора экономики;
- увеличение массы совокупного оборотного капитала за счет использования в качестве краткосрочных кредитных ресурсов сбережений граждан и бюджетных средств;
- обеспечение непрерывности финансирования текущей деятельности предприятий и ускорение оборачиваемости оборотного капитала;
- регулирование массы оборотного капитала на уровне отдельных предприятий.

Среднесрочные кредиты — это кредиты, предоставляемые на оплату оборудования, текущие расходы, на финансирование капитальных вложений. Выдаются они на срок до трех лет.

Долгосрочный кредит, используется, как правило, в инвестиционных целях. Как и среднесрочный, кредит обслуживает движение основных средств, отличаясь большими объемами передаваемых заемных средств. Применяется при финансировании реконструкции, технического перевооружения, нового строительства на предприятиях всех сфер деятельности. Особое развитие получили в капитальном строительстве, топливно-энергетическом комплексе, сырьевых отраслях экономики. Средний срок их погашения обычно от трех до пяти лет.

По способу погашения:

1. Ссуды, погашаемые единовременным взносом (платежом) со стороны заемщика. Традиционная форма возврата краткосрочных ссуд, весьма функциональная с позиции юридического оформления, так как не требует использования механизма исчисления дифференцированного процента.

2. Ссуды, погашаемые в рассрочку в течение всего срока действия кредитного договора. Конкретные условия (порядок) возврата определяются договором, в том числе — в части антиинфляционной защиты интересов кредитора. Всегда используются при долгосрочных ссудах и, как правило, при среднесрочных.

По методам кредитования:

Срочный кредит — это кредит, который выдается полностью непосредственно после составления кредитного договора. Погашается он или периодическими платежами, или единовременным взносом в конце срока.

Кредитная линия — это соглашение банка выдать кредит на протяжении соответствующего периода времени в размере, который не превышает оговоренной суммы. Разделяют два вида кредитных линий: сезонную и постоянно возобновляемую.

Сезонную кредитную линию открывают, если у фирмы периодические возникают потребности в оборотных средствах, связанные с сезонностью производства или с необходимостью создания запасов товаров на складе.

Возобновляемую кредитную линию открывают предприятию тогда, когда оно имеет постоянную нехватку оборотных средств для возобновления производства в заданном объеме. Особенность в том, что предприятие, погасив часть кредита, может рассчитывать на получение новой суммы, но в пределах установленного лимита и периода действия кредитного соглашения.

Овердрафт — краткосрочный кредит, который предоставляется банком надежному предприятию сверх остатка его средств на текущем счете в пределах оговоренной суммы путем дебетования его счета. Овердрафт может быть разрешенным, т.е. предварительно согласованным с банком, и неразрешенным, когда клиент выписывает

чек или платежный документ, не имея на это разрешение банка. Процент по овердрафту начисляется ежедневно на непогашенный остаток, и клиент платит только за фактически использованные им суммы.

Для предприятия в коммерческом банке может открываться специальный заемный счет — контокоррент — единый счет, на котором учитываются все операции предприятия. Контокоррент — это соединение заемного счета с текущим, и он может иметь дебетовое и кредитовое сальдо. Использование контокоррентного кредита связано с большими затратами для предприятия. Проценты за пользование займом на контокоррентном счете являются наивысшими в банковской практике.

Контокоррентный счет может использоваться для:

- финансирования приобретения средств производства, готовой продукции, ТМЦ;
- преодоления временных финансовых трудностей.

С другой стороны, такой вид кредита имеет преимущества:

- проценты за кредит начисляются только за фактические дни использования;
- кредитными средствами предприятие может пользоваться когда-либо без составления кредитного соглашения.

Кредит под учет векселей (учетный кредит) — это краткосрочный кредит, который банк предоставляет предьявителю векселей, учитывая (покупая) их до наступления срока исполнения обязательств по ним и выплачивая предьявителю номинальную стоимость векселя за минусом дисконта.

Преимущества такого кредита для предприятия:

- гарантия того, что кредиты, которые предоставляет предприятие своим контрагентам, могут быть рефинансированы в банк за выгодной процентной ставкой;
- в связи с наличием солидарной ответственности по векселю, банки не требуют дополнительных гарантий от предприятия;
- такой кредит улучшает условия ликвидности субъекта хозяйствования.

К кредитно-гарантийным услугам относят: акцептный кредит и авальный кредит.

Акцептный кредит — это заем, который предусматривает акцептирование банком инкассованной предприятием-заемщиком тратты при условии, что предприятие предоставляет в распоряжение банку вексель до срока его оплаты.

Особенность акцептного кредита состоит в том, что банк даст предприятию не деньги, а гарантию оплатить вексель в назначенный срок. При этом банк становится должником и в экономическом смысле исполняет обусловленные обязательства, т.е. осуществляет

оплату векселя только тогда, когда предприятие не выполняет своих обязательств. Акцептный кредит имеет краткосрочный характер и используется для финансирования оборотных средств предприятия, преимущественно в сфере внешней торговли. Этот кредит дешевле для предприятий в сравнении с дисконтным, поскольку они уплачивают банку только комиссионные за акцепт векселя.

Авальный кредит — это заем, когда банк берет на себя ответственность по обязательствам предприятия в форме поручительства или гарантии. Предприятие — получатель платежа, как и при акцептном кредите, получает от банка-гаранта (авалиста) условное платежное обязательство. Если владелец векселя вносит протест в связи с неоплатой, банк-авалист погашает всю сумму векселя за плательщика.

Многообразие видов и условий привлечения банковского кредита определяет необходимость эффективного управления этим процессом на предприятиях с высоким объемом потребности в этом виде заемных средств. В этом случае цели и политика привлечения заемного капитала конкретизируются с учетом особенностей банковского кредитования, выделяясь при необходимости в самостоятельный вид финансовой политики предприятия.

4.3. УПРАВЛЕНИЕ ПРИВЛЕЧЕНИЕМ БАНКОВСКОГО КРЕДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Политика привлечения банковского кредита представляет собой часть общей политики привлечения заемных средств, конкретизирующую условия привлечения, использования и обслуживания банковского кредита.

Разработка политики привлечения банковского кредита осуществляется по следующим основным этапам.

1. Определение целей использования привлекаемого банковского кредита.
2. Оценка собственной кредитоспособности.

В современной банковской практике оценка уровня кредитоспособности заемщиков при дифференциации условий их кредитования исходит из двух основных критериев:

1) уровня финансового состояния предприятия;

2) характера погашения предприятием ранее полученных им кредитов — как процентов по ним, так и основного долга.

Характер погашения заемщиком ранее полученных кредитов предусматривает три уровня оценки:

- хороший, если задолженность по кредиту и проценты по нему выплачиваются в установленные сроки, а также при пролонгации кредита не более одного раза на срок не выше 90 дней;

- слабым, если просроченная задолженность по кредиту и процентам по нему составляет не более 90 дней, а также при пролонгации кредита на срок более 90 дней, но с обязательным текущим его обслуживанием (выплатой процентов по нему);
- недостаточным, если просроченная задолженность по кредиту и процентам по нему составляет более 90 дней, а также при пролонгации кредита на срок свыше 90 дней без выплаты процентов по нему.

С этих позиций предприятие должно оценивать уровень своей кредитоспособности при необходимости получения кредита в отечественных банках.

3. Выбор необходимых видов привлекаемого банковского кредита. Этот выбор определяется в основном следующими условиями:

- целями использования кредита;
- периодом намечаемого использования заемных средств;
- определенностью сроков начала и окончания использования привлекаемых средств;
- возможностями обеспечения привлекаемого кредита.

В соответствии с установленным перечнем видов привлекаемого кредита предприятие проводит изучение и оценку коммерческих банков, которые могут предоставить ему эти виды кредитов. Оценка таких банков проводится лишь по привлекательности их кредитной политики; рейтинг банка, рассчитанный по другим показателям его деятельности, в данном случае не является определяющим и может служить лишь вспомогательным ориентиром при его оценке.

4. Изучение и оценка условий осуществления банковского кредитования в разрезе видов кредитов. Этот этап формирования политики привлечения банковских кредитов является наиболее трудоемким и ответственным в силу многообразия оцениваемых условий и осуществления многочисленных расчетов. Состав основных кредитных условий, подлежащих изучению и оценке в процессе формирования политики привлечения предприятием банковского кредита

Предельный размер кредита коммерческие банки устанавливают в соответствии с кредитным рейтингом клиента и действующей системой обязательных экономических нормативов, утверждаемых центральным банком. При осуществлении кредитной политики коммерческие банки руководствуются в этом вопросе следующими видами обязательных экономических нормативов:

- максимальный размер риска на одного заемщика (или группу связанных заемщиков);
- максимальный размер крупных кредитных рисков;
- максимальный размер кредитов, предоставляемых банком своим акционерам или пайщикам;

- максимальный размер кредитов, предоставляемых банком своим инсайдерам.

Кроме этих обязательных экономических нормативов кредитной деятельности каждый коммерческий банк устанавливает обычно собственную систему лимитов суммы отдельных видов кредита.

Предельный срок кредита каждый коммерческий банк устанавливает в соответствии со своей кредитной политикой в форме лимитных периодов предоставления отдельных видов кредита.

Валюта кредита имеет для предприятия-заемщика значимость только в том случае, если оно ведет внешнеэкономические операции. При осуществлении таких операций предприятие может нуждаться в кредитах в одной из необходимых ему иностранных валют. Мультивалютные формы кредита (его предоставление одновременно в нескольких видах иностранных валют) в практике кредитования предприятий встречается крайне редко.

Уровень кредитной ставки является определяющим условием при оценке кредитной привлекательности коммерческих банков. В его основе лежит стоимость межбанковского кредита, формируемая на базе учетной ставки центрального банка страны и средней маржи коммерческих банков.

Форма кредитной ставки отражает уровень ее динамики на протяжении кредитного периода. Так, банковский кредит может предоставляться на условиях фиксированной или плавающей кредитной ставки. Фиксированная кредитная ставка используется обычно при краткосрочном кредитовании предприятий; она позволяет более точно определять стоимость банковского кредита, прогнозировать поток платежей по его обслуживанию.

Вид кредитной ставки играет существенную роль в определении стоимости банковского кредита. По применяемым видам различают процентную (для наращивания суммы долга) и учетную (для дисконтирования суммы долга) кредитные ставки. Если размер этих ставок одинаков, то предпочтение должно быть отдано предприятием процентной ставке, так как в этом случае его платежи по обслуживанию долга (а соответственно и стоимость кредита) будут меньшими.

Условия выплаты процента характеризуются сроками его уплаты. Эти условия сводятся к трем принципиальным вариантам:

- выплате всей суммы процента в момент предоставления кредита;
- выплате суммы процента по кредиту равномерными частями (обычно в форме аннуитета);
- выплате всей суммы процента в момент погашения основной суммы долга.

При прочих равных условиях наиболее предпочтительным для предприятия является третий вариант.

Раздел 5

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Условия погашения (амортизации) основного долга также оказывают существенное влияние как на стоимость, так и на размер реально используемых кредитных средств. Существуют три принципиальных варианта амортизации основного долга:

- определенными частями в процессе кредитного периода;
- сразу же после окончания кредитного периода.

Формы обеспечения кредита определяют в основном его стоимость — чем надежнее обеспечение кредита, тем ниже уровень его стоимости при прочих равных условиях за счет дифференциации размера премии за риск. Вместе с тем, одна из форм обеспечения кредита определяет и реальный размер используемых кредитных средств. Речь идет о требовании банка держать без использования определенную часть полученного кредита (обычно в размере 10%) в виде компенсационного остатка денежных активов на расчетном счете предприятия. В этом случае не только возрастает реальная стоимость банковского кредита (так как процент выплачивается по всей его сумме), но и соответственно уменьшается на размер компенсационного остатка сумма используемых предприятием кредитных средств.

Таким образом, основными условиями, повышающими стоимость банковского кредита и снижающими реальный размер используемых предприятием кредитных средств, являются:

- применение в расчетах кредитного процента учетной (дисконтной) ставки;
- авансовый платеж суммы процента по кредиту;
- частичная амортизация суммы основного долга на протяжении кредитного периода;
- хранение определенной суммы привлеченных кредитных средств в форме компенсационного остатка денежных активов.

Эти неблагоприятные для предприятия условия банковского кредитования должны быть компенсированы ему путем снижения уровня используемой кредитной ставки по сравнению со среднерыночным ее уровнем (по аналогичным видам кредитов).

5.1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ

В экономических условиях, определяемых рыночными отношениями, предприятие самостоятельно определяет рациональные варианты всех составляющих производственно-финансовой деятельности на основе баланса интересов производителей и потребителей выпускаемой продукции. При этом одной из экономических оценок эффективности варианта мероприятий является прибыль предприятия, остающаяся в его распоряжении. Поэтому основной задачей в данной работе является повышение эффективности функционирования предприятия путем оптимизации использования ресурсов, в том числе финансовых, разработка наиболее рациональной производственной программы, а также планов предприятия по повышению эффективности его функционирования.

Именно эти принципы и легли в основу построения рассмотренных ниже экономико-математических моделей.

Ключевым вопросом в системе управления производством является построение оптимальной производственной программы, состоящей в нахождении рационального сочетания цен и объемов реализации продукции. Формирование производственной программы осуществляется исходя из обеспеченности предприятия производственными мощностями, материально-сырьевыми, финансовыми и трудовыми ресурсами.

Процедура выбора оптимального варианта производственной программы предприятия на этапе стратегического управления производственно-финансовой деятельностью включает: генерацию вариантов перспективной производственной программы; расчет объема товарной продукции, соответствующего каждому варианту производственной программы и планируемой балансовой прибыли; определение расхода материально-сырьевых и интенсивности использования производственных ресурсов для каждого варианта.

При решении такой задачи стратегического управления как формирование плана технического перевооружения предприятия, особенно в условиях использования им кредитных средств для реализации данного проекта, возникает необходимость генерации и сравнения альтернативных вариантов его производственно-тех-

нологической и организационно-технической структур с последующим выбором наиболее рационального, обеспечивающего достижение задаваемого уровня значения критерия оптимальности. В условиях директивной экономики при осуществлении мероприятий по реконструкции производства условия оптимальности игнорировались по причинам большой трудоемкости генерации альтернативных вариантов и их многообразия, а также сложности определения показателя эффективности каждого варианта.

При осуществлении экономической оценки вариантов финансирования работ по реорганизации действующего предприятия или создании на базе этого предприятия других самостоятельных предприятий с привлечением для финансирования кредита, наилучшим вариантом признается тот, который обеспечивает, во-первых, наибольшую эффективность от использования ресурсов для реализации проекта и, во-вторых, обеспечивающий его участникам наибольшую рентабельность производства.

Очевидно, что в каждом из случаев расширения производства, перевооружения предприятия, перехода на выпуск новой продукции возникает вопрос о необходимости дополнительных инвестиций. При этом инвестиции могут осуществляться как самим предприятием, его собственниками, так и сторонними кредитными организациями. Проблема поиска наиболее эффективных условий инвестирования, учитывающих оптимальную производственную программу предприятия, имеет немаловажное значение. Причем данная проблема актуальна не только для предприятия, но и для инвестора. Ведь оба эти субъекта решают задачу определения условий инвестирования для получения от них максимального экономического эффекта.

Поэтому основной целью, которая ставится при использовании базовых моделей управления ресурсами предприятия, является принятие оптимального планового решения. Под оптимальным решением обычно понимается достижение максимальной прибыли как важнейшей задачи предприятия путем оптимизации производственной программы в условиях ограничений на время использования оборудования, материальных и финансовых ресурсов, а также в условиях использования кредита для пополнения оборотных средств и реализации инвестиционных программ. Кроме того, важным также является минимизация срока окупаемости проекта с целью сделать кредит более доступным для предприятия и снизить затраты на обслуживание долга.

Решение задачи управления кредитными ресурсами предприятия с использованием моделей реализуется путем анализа результатов, полученных в процессе моделирования различных вари-

антов производственно-хозяйственной деятельности предприятия с учетом использования им заемных средств.

Предложенный механизм позволяет решить вопросы управления предприятием в ходе текущей деятельности и при проведении реорганизационных мероприятий, когда предприятие использует банковский кредит в своей деятельности. К числу таких мероприятий могут относиться реализация программ расширения и реорганизации производства, перехода на выпуск новой продукции и др. Использование моделей позволяет решать вопросы формирования оптимальной производственной программы предприятия, осуществления инвестиций в производство, а также помогает при осуществлении стратегического планирования развития предприятия.

В основу моделирования производственно-хозяйственной деятельности предприятия легло решение задачи оптимизации с использованием методов линейного программирования. При решении задачи оптимизации целью ставится достижение максимального экономического эффекта, что и учитывается при формировании целевой функции. Состояние предприятия, прежде всего объем его ресурсов, учитывается при анализе ограничений для решения задачи оптимизации. Таким образом, моделирование осуществляется в условиях ограничений на имеющиеся материально-сырьевые и трудовые ресурсы, а также производственные мощности предприятия.

Для автоматизированной обработки данных и вычислений в данной работе используется программный продукт Microsoft Excel.

При моделировании также проводится анализ устойчивости моделей и изменения объема производственной программы в зависимости от изменения цен на материально-сырьевые ресурсы и производимую продукцию.

В данной работе использование моделей предназначено преимущественно для средних и крупных предприятий, имеющих серийное производство, производящих разнообразную номенклатуру изделий и имеющих большое количество видов используемых в производстве материально-сырьевых ресурсов.

Рассмотрим несколько моделей управления кредитными ресурсами предприятия, строящихся на основе базовой модели, которая состоит в решении задачи выбора оптимальной производственной программы, когда в модель включены ограничения по количеству выпуска каждого вида продукции, по объему затраченных материально-сырьевых ресурсов, по загрузке производственных мощностей предприятия, и она не включает использование финансовых ресурсов.

5.1.1. Модель оптимизации прибыли без привлечения кредита и с изначально доступным сырьем и оборудованием

Постановка задачи для базовой модели состоит в следующем. Обозначим через x_i объем выпуска продукции i ($i=1,2,\dots,n$).

Пусть a_i — цена реализации одной единицы продукции вида i ; b_i — переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i ; $c_i = a_i - b_i$ — маржинальный доход, полученный при выпуске одной единицы продукции i (без учета условно-постоянных издержек производства).

Далее будем использовать обозначения:

τ_l — эффективное время использования единицы оборудования вида l , т.е. это календарное время за вычетом времени на регламентные работы, переналадку, замену инструмента и другие виды работ, при проведении которых оборудование вида l не может быть задействовано в производственном процессе.

k_l — число единиц оборудования вида l ;

t_{il} — время работы l -й единицы оборудования, требуемое для производства единицы продукции i , где $l = \overline{1,k}$ и k — число видов оборудования, участвующего в производственной программе.

Объем имеющихся материально-сырьевых ресурсов задается вектором $L = (L_1, L_2, \dots, L_m)$, где L_j — запас материально-сырьевых ресурсов вида j , предназначенных для изготовления того перечня продукции, который планирует выпускать данное предприятие.

l_{ij} — объем материальных ресурсов вида j , необходимый для получения одной единицы продукции вида i , где $j = \overline{1,m}$ и m — число видов ресурсов.

Известен также прогнозируемый спрос на выпускаемую продукцию D_i и объем заказа на продукцию P_i .

Необходимо решить задачу выбора объемов производства по каждому виду продукции, обеспечивающих получение предприятием максимальной прибыли в условиях, когда объемы производства ограничены использованием имеющихся производственных и материально-сырьевых ресурсов, спросом и заказом на продукцию.

В общем виде решение данной задачи можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i \rightarrow \max \quad (5.1)$$

целевая функция максимизации прибыли, без учета постоянных издержек.

При ограничениях:

На материально-сырьевые ресурсы и оборудование:

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} x_i \leq L_j, \quad j = \overline{1,m} \quad (5.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.3)$$

Для учета спроса и заказ на продукцию:

$$x_i \leq D_i, \quad i = \overline{1,n} \quad (5.4)$$

$$x_i \leq P_i, \quad i = \overline{1,n} \quad (5.5)$$

На целочисленность решения:

$$x_i \in Z^+ \quad i = \overline{1,n} \quad (5.6)$$

(здесь Z^+ — множество целых неотрицательных чисел).

Решение задачи задается вектором $x = (x_1, \dots, x_n)$, который определяет оптимальные объемы выпускаемой продукции по выбранному критерию.

В модели (5.1–5.6) предполагается, что покупка дополнительных видов оборудования и материальных ресурсов не планируется. В дальнейшем будем рассматривать ситуацию, когда предприятие за счет привлечения кредитных ресурсов может дополнительно приобрести и оборудование, и материально-сырьевые ресурсы производства.

5.1.2. Модели оптимизации управления кредитными ресурсами

При формировании модели управления кредитом, привлекаемым для решения проблемы пополнения оборотных средств предприятия, структура закупаемых материально-сырьевых ресурсов производства определяется исходя из критерия максимизации валовой прибыли предприятия, за счет которой и должен быть погашен кредит.

Для решения задач управления кредитными ресурсами предприятия используются следующие нижеописанные модели: модель расчета объема кредитования оборотных средств предприятия, модель с привлечением кредита для расширения производства, модель перепрофилирования производства на выпуск новых видов продукции.

5.1.3. Модель расчета объема кредитования оборотных средств предприятия

Часто невозможность решения задачи нормального функционирования предприятия связана с дефицитом оборотных денежных средств. Одним из источников пополнения оборотных средств в этом случае может стать банковский кредит, который может, в частности, привлекаться для приобретения материально-сырьевых ресурсов.

Для формирования модели предприятие, выпускающее n видов продукции, берет кредит в размере V для закупки материальных ресурсов производства. Во взятую за основу базовую модель дополнительно вводятся обозначения: β_j — цена единицы материального ресурса вида j ; z_j — объем закупок материально-сырьевых ресурсов вида j , где $j = \overline{1, m}$, а также — условие приобретения материально-сырьевых ресурсов в пределах объема кредита (5.9).

Целью использования кредита является получение максимального экономического эффекта от производства и реализации продукции.

В общем виде модель можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i \rightarrow \max \quad (5.7)$$

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

На объем дополнительных материально-сырьевых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq z_j, \quad j = \overline{1, m} \quad (5.8)$$

На размер закупок по кредиту:

$$\sum_{j=1}^n \beta_j z_j \leq V \quad (5.9)$$

На оборудование:

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = \overline{1, k} \quad (5.10)$$

Для учета спроса и заказ на продукцию:

$$x_i \leq D_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (5.11)$$

$$x_i \leq P_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (5.12)$$

На целочисленность решения:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.13)$$

где x_i — объем выпуска продукции вида i ; a_i — цена реализации одной единицы продукции вида i ; b_i — переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i ; t_{il} — время загрузки l -й единицы оборудования для выпуска одной единицы продукции i , где $l = \overline{1, k}$ и $1, \dots, k$ — виды имеющегося оборудования; τ_l — время бесперерывной работы оборудования вида l ; l_{ij} — количество материальных ресурсов вида j , необходимый для производства одной единицы продукции вида i , где $j = \overline{1, m}$ и $1, \dots, m$ — виды используемых материально-сырьевых ресурсов; D_i — спрос на продукцию вида i ; P_i — заказ спрос на продукцию вида i ; Z^+ — множество целых неотрицательных чисел.

Решение оптимизационной задачи (5.7–5.13) позволит определить наилучшую производственную программу $x = (x_1, \dots, x_n)$, а также объемы закупок дополнительного сырья.

5.1.4. Модель с привлечением кредита для расширения производства

Данная модель описывает ситуацию, когда предприятие принимает решение о реализации инвестиционного проекта модернизации предприятия для увеличения объема и видов выпускаемой продукции.

Предприятие выпускает $1, \dots, n$ видов продукции, используя традиционные виды материалов и оборудования. Предприятие планирует расширять производство и выпускать новую продукцию: $n+1, \dots, n_1$. При этом привлекаются дополнительные виды материально-сырьевых ресурсов: $m+1, \dots, m_1$ и дополнительные виды оборудования: $k+1, \dots, k_1$

Предприятие берет кредит в размере V .

Пусть

1. Для выпуска новых видов продукции используются новые виды материально-сырьевых ресурсов и оборудования, а для уже ранее выпускавших — прежние виды.

2. Кредит привлекается только для закупки нового оборудования и материально-сырьевых ресурсов для выпуска новых изделий.

В общем виде данную модель можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - z_{\text{пост}} \rightarrow \max \quad (5.14)$$

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

На материально-сырьевые ресурсы и оборудование:

Для выпуска традиционных видов продукции:

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq L_j, \quad j=1, \dots, m \quad (5.15)$$

здесь L_j — имеющееся в наличии количество запасов вида j для производства традиционных (выпускавшихся ранее) видов продукции;

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l=1, \dots, k \quad (5.16)$$

здесь k_l — известное количество оборудование вида l , имеющееся в наличии.

Для выпуска новых видов продукции:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i l_{ij} \leq z_j, \quad j=m+1, \dots, m_1 \quad (5.17)$$

z_j — объем закупок материально-сырьевых ресурсов вида j .

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i t_{il} \leq y_l \tau_l, \quad l=k+1, \dots, k_1 \quad (5.18)$$

y_l — количество единиц дополнительного оборудования вида l , необходимого для выпуска новой продукции.

На размер закупок по кредиту:

$$\sum_{j=m+1}^{m_1} z_j \beta_j + \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq V \quad (5.19)$$

β_j — цена единицы материального ресурса вида j ;

γ_l — цена единицы оборудования вида l .

На площадь под новое оборудование:

$$\sum_{l=k+1}^{k_1} s_l y_l \leq s \quad (5.20)$$

Для учета спроса и заказ на продукцию:

$$x_i \leq D_i, \quad i=1, \dots, n_1 \quad (5.21)$$

$$x_i \leq P_i, \quad i=1, \dots, n_1 \quad (5.22)$$

На целочисленность и неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, \quad x_i \in I, \quad (5.23)$$

$$y_l \geq 0, \quad y_l \in I, \quad (5.24)$$

$$z_j \geq 0. \quad (5.25)$$

Решение задачи (5.14–5.25) заключается в нахождении портфеля выпускаемой продукции $x=(x_1, \dots, x_{n_1})$, объема закупаемых материальных ресурсов $z=(z_{m+1}, \dots, z_{m_1})$ и дополнительного оборудования $y=(y_{k+1}, \dots, y_{k_1})$, которые в условиях заданных ограничений максимизируют целевую функцию.

5.1.5. Модель перепрофилирования производства на выпуск новых видов продукции

Данная модель получила свое распространение в условиях экономического кризиса предприятия. Одним из способов вывода предприятия из кризиса является повышение конкурентоспособности его продукции на основе перепрофилирования производства на выпуск новых видов продукции.

По сравнению с предыдущей моделью (5.14–5.25) использование кредита позволяет перепрофилировать производство: продать все старое оборудование, сырье и готовую продукцию и перейти на выпуск новых видов изделий.

Использование экономико-математического моделирования дает возможность рассчитать оптимальную схему реализации проекта перепрофилирования производства, оценить эффект, достигаемый от реализации проекта, определить необходимый объем кредитования и оптимальный способ использования кредита для реализации проекта.

Пусть предприятие отказывается от выпуска $1, \dots, n$ видов продукции, запасы материально-сырьевых ресурсов вида $1, 2, \dots, m$ и оборудование вида $1, 2, \dots, k$, которыми обладает предприятие, продаются. В случае успешной продажи, полученные деньги от реализации этих активов вместе с кредитом используются для финансирования проекта. Для выпуска новых видов продукции $n+1, \dots, n_1$ за счет

средств кредита закупаются новые виды материально-сырьевых ресурсов $m+1, \dots, m_1$ и новые виды оборудования $k+1, \dots, k_1$.

В общем виде данная модель может быть сформирована следующим образом:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=n+1}^{n_1} b_i x_i \rightarrow \max \quad (5.26)$$

Здесь (5.26) целевая функция максимизации прибыли. При ограничениях:

На материально-сырьевые ресурсы и оборудование:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i l_{ij} \leq z_j, \quad j = \overline{m+1, m_1} \quad (5.27)$$

z_j — объем закупок материально-сырьевых ресурсов вида j .

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} t_{il} x_i \leq \gamma_l \tau_l, \quad l = \overline{k+1, k_1} \quad (5.28)$$

На размер закупок по кредиту с учетом суммы от продажи ранее использованного оборудования:

Для высоколиквидного оборудования:

$$\sum_{j=m+1}^{m_1} z_j \beta_j + \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq V + \sum_{l=1}^k q_l k_l \quad (5.29)$$

Здесь q_l — рыночная стоимость ранее использованного оборудования.

На размер закупок по кредиту:

Для неликвидного оборудования:

$$\sum_{j=m+1}^{m_1} z_j \beta_j + \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq V \quad (5.30)$$

На производственную площадь под новое оборудование:

$$\sum_{l=k+1}^{k_1} s_l y_l \leq s' \quad (5.31)$$

Здесь s' — вся производственная площадь.

Для учета спроса на продукцию:

$$x_i \leq D_i, \quad i = n+1, \dots, n_1 \quad (5.32)$$

$$x_i \leq P_i, \quad i = n+1, \dots, n_1 \quad (5.33)$$

На целочисленность и неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, \quad x_i \in I, \quad (5.34)$$

$$y_l \geq 0, \quad y_l \in I, \quad (5.35)$$

$$z_j \geq 0. \quad (5.36)$$

Решением задачи (5.26—5.36) будут являться: найденный портфель выпускаемой продукции $x = (x_{n+1}, \dots, x_{n_1})$, объем закупаемых материальных ресурсов $z = (z_{m+1}, \dots, z_{m_1})$ и количество единиц закупаемого дополнительно оборудования $y = (y_{k+1}, \dots, y_{k_1})$, которые в условиях ограничений максимизируют целевую функцию.

5.1.6. Модель оценки времени и объемов кредитования предприятий в условиях расширения производства

Ключевым вопросом при управлении кредитными ресурсами предприятия является оптимизация сроков предоставления кредита (кредитный период) и размеров кредита (кредитный лимит).

Оптимальным считается срок предоставления кредита, в течение которого полностью реализуется цель его привлечения. Минимизация сроков использования кредита делает кредит более доступным для заемщика, позволяет сократить издержки на обслуживание долга, сократив расходы заемщика по выплате процентов по кредиту.

Для целей построения базовой модели оптимизации сроков кредитования возьмем инвестиционный проект, предполагающий модернизацию производства с переходом на выпуск новой продукции. Выпуск традиционных видов продукции продолжается. Для производства расширенной номенклатуры продукции закупаются материально-сырьевые ресурсы новых видов и новое оборудование, при этом происходит частичное использование имеющегося оборудования, сырья и материалов. На кредитные средства приобретаются новые виды сырья и новые виды оборудования. Окупаемость проекта реконструкции и возврата кредита происходит за счет прибыли от производства новых и старых видов продукции.

Перед предприятием стоит задача создать условия, при которых проект окупится в минимальные сроки.

Решение данной задачи возможно с использованием нижеописанной методики.

Срок предоставления кредита, в течение которого происходит окупаемость проекта T (кредитный период), определяется продолжительностью следующих этапов:

- T_1 — время проведения реконструкции производства;

- T_2 — время, в течение которого осуществляется выпуск новой продукции и происходит окупаемость проекта за счет прибыли от ее реализации.

Процесс проведения реконструкции производства и подготовки к началу выпуска новых видов продукции может быть представлен ориентированным графом следующего вида (см. рис. 5.1). Дуги ориентированного графа задают связи между этапами проведения работ по реконструкции.

Этапы выполнения работ обозначены следующим образом: 1 — разработка технического задания; 2 — проведение проектно-конструкторских работ; 3 — проведение тендера на строительство; 4 — разработка технологических маршрутов и процессов; 5 — закупка оборудования; 6 — строительство и реконструкция производственных помещений; 7 — демонтаж старого оборудования; 8 — установка нового оборудования; 9 — проектирование и изготовление оснастки; 10 — отладка процессов и сдача цехов; 11 — организация освоения выпуска.

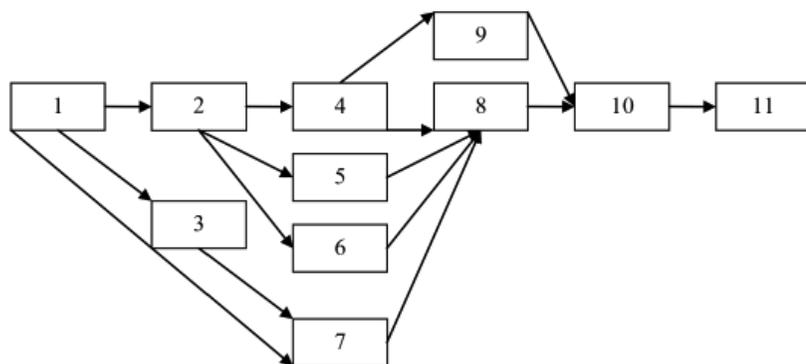


Рис. 5.1. Пример ориентированного графа, определяющего процесс проведения реконструкции

Оптимизация времени реконструкции (T_1) на основе упорядочения этапов выполнения проекта производится с использованием метода ветвей и границ.

Алгоритм метода ветвей и границ представляет собой процедуру перебора допустимых решений и выбор из них оптимального (см. рис. 5.2).

Постановка задачи.

Пусть необходимо выполнить проект, состоящий из n этапов. Для каждого этапа продолжительностью t_i требуются ресурсы (a_{i1}, \dots, a_{im}) .

Задан общий объем имеющихся ресурсов вектором $b = (b_1, \dots, b_m)$.

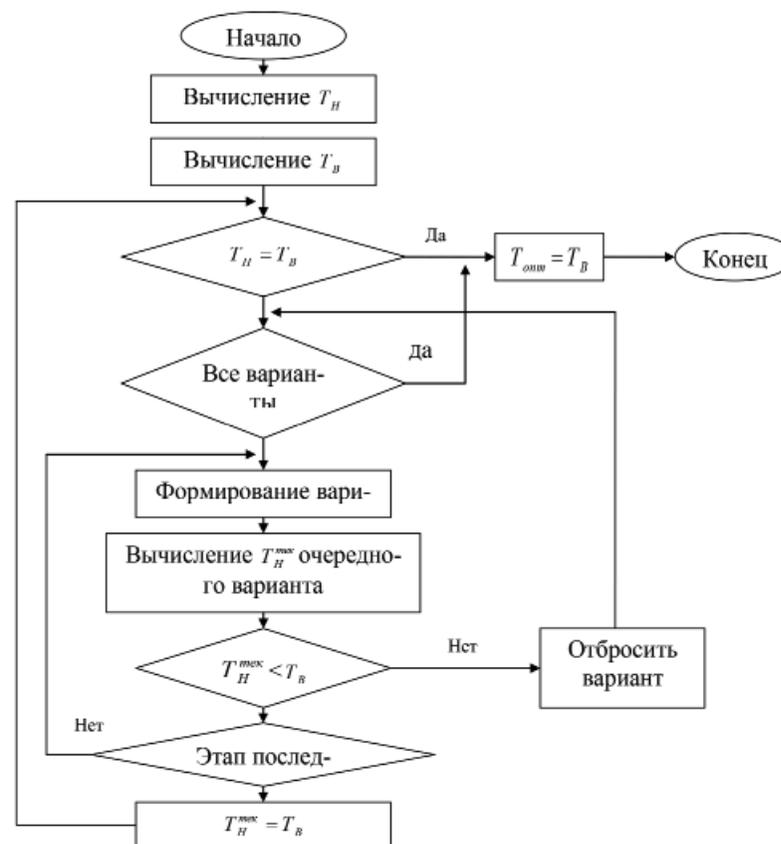


Рис. 5.2. Алгоритм оптимизации времени T_1 реализации проекта на основе метода ветвей и границ

При добавлении к общепроизводственным ресурсам финансовых ресурсов a_{im+1} в объеме b_{m+1} должно соблюдаться ограничение на финансовые ресурсы в виде $\sum_{i=0}^n f_i \leq F$, где f_i — использование финансовых ресурсов на каждом из этапов, а F — общее количество финансовых ресурсов, предназначенных для реконструкции.

Время выполнения этапов работ при использовании ресурса j равно $t_i = a_{ij} / b_j$, где a_{ij} — объем ресурсов вида j , требующихся для выполнения работ на этапе i ; b_j — объем ресурсов, которые могут

быть использованы для выполнения работ на этапе i ; t_i – продолжительность этапа i .

Вычисление нижних оценок продолжительности оптимального плана.

Время выполнение этапов проекта не может быть ниже, с одной стороны, чем максимальный по длительности путь ориентированного графа $S_{кр}$, а с другой – чем время, которое будет затрачено на выполнение всех этапов параллельно, если предположить, что

этапы между собой не связаны $\max_{j=1;m} \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i a_{ij}}{b_j} \right)$. В этом случае формула для вычисления нижних оценок продолжительности оптимального плана примет следующий вид:

$$T_H = \max \left\{ S_{кр}, \max_{j=1;m} \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i a_{ij}}{b_j} \right) \right\} \quad (5.37)$$

Текущая нижняя оценка $T_H^{тек}(\tau)$ вычисляется по мере выполнения этапов проекта по формуле

$$T_H^{тек}(\tau) = \tau + \max \left\{ S'_{кр}, \max_{j=1;m} \sum_{i=1}^n \left(\frac{t'_i a_{ij}}{b_j} \right) \right\} \quad (5.38)$$

Где $S'_{кр}$ – продолжительность критического пути с учетом выполнения этапов проекта до момента времени τ , t'_i – продолжительность этапов с учетом их выполнения до момента τ . В качестве верхней оценки T_B принимается продолжительность некоторого допустимого решения.

Вычисление производятся согласно алгоритму (см. рис. 5.2).

По результатам проведения соответствующих вычислений минимальное время проведения реконструкции T_1 будет равно $T_{опт}$.

Для моделирования ситуации расширения производства и оптимизации времени T_2 используется модель, которая в общем виде с учетом ранее использованных обозначений может быть записана следующим образом:

$$\tau_j \rightarrow \min, \quad j = \overline{1, k} \quad (5.39)$$

целевая функция минимизации срока окупаемости проекта.

При ограничениях:

На превышение объемов прибыли над объемами инвестиций:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i c_i - w \geq \sum_{j=m+1}^{m_1} z_j \beta_j + \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \quad (5.40)$$

где $\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i c_i - w$ – валовая прибыль от реализации новых видов продукции; w – условно-постоянные издержки производства.

На материально-сырьевые ресурсы и оборудование для выпуска традиционных видов продукции:

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq L_j, \quad j = 1, \dots, m \quad (5.41)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, \dots, k \quad (5.42)$$

На материально-сырьевые ресурсы и оборудование с учетом использования имеющихся для выпуска новых видов продукции:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i l_{ij} \leq z_j + L_j, \quad j = m+1, \dots, m_1 \quad (5.43)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i t_{il} \leq y_l \tau_l + k_l \tau_l, \quad l = k+1, \dots, k_1 \quad (5.44)$$

На размер закупок по кредиту:

$$\sum_{j=m+1}^{m_1} z_j \beta_j + \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq V \quad (5.45)$$

На площадь под новое оборудование:

$$\sum_{l=k+1}^{k_1} s_l y_l \leq s \quad (5.46)$$

Для учета спроса и заказ на продукцию:

$$x_i \leq D_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (5.47)$$

$$x_i \leq P, \quad i = 1, \dots, n \quad (5.48)$$

На целочисленность и неотрицательность переменных:

$$x_i \geq 0, \quad x_i \in I, \quad (5.49)$$

$$y_l \geq 0, \quad y_l \in I, \quad (5.50)$$

$$z_j \geq 0. \quad (5.60)$$

Для перехода от эффективного времени работы оборудования к реальному календарному времени используется коэффициент ϵ , т.е.: $\tau_j \epsilon_j = T_j$, где T_j – календарное время использование оборудования вида j .

Для определения времени T_2 необходимо выбрать $\max T_j$.

С целью проведения более точного анализа возможен учет времени реализации продукции R_i , в этом случае необходимо выбрать $\max(T_j + R_i)$.

Далее перейдем к рассмотрению моделей, когда у предприятия имеется собственный оборотный капитал. Для того чтобы определить, необходимо ли привлекать кредит для пополнения оборотных средств предприятия, решаются две задачи (5.61–5.65) и (5.66–5.71).

5.1.7. Модель оптимизации прибыли без привлечения кредита

Пусть предприятие с учетом имеющихся запасов материально-сырьевых ресурсов и производственных мощностей может осуществлять выпуск продукции в различных объемах. Обозначим через $x = (x_1, \dots, x_n)$ множество производственных программ предприятия на планируемый период, где x_i – объем выпуска продукции i ($i=1, 2, \dots, n$).

Для формирования модели введем следующие обозначения:

$Z_{\text{пост}}$ – постоянные затраты;

a_i – цена реализации одной единицы продукции вида i ;

b_i – переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i ;

l_{ij} – объём материальных ресурсов вида j , необходимый для получения одной единицы продукции вида i ; где $j = \overline{1, M}$ и M – число видов ресурсов, участвующих в производстве;
СОС – собственные оборотные средства;

t_{il} – время работы l -й единицы оборудования, требуемое для производства единицы продукции i , где $l = \overline{1, k}$ и k – число видов оборудования, участвующего в производственной программе;

k_l – число единиц оборудования вида l ;

τ_l – эффективное время использования единицы оборудования вида l , т.е. это календарное время за вычетом времени на регла-

ментные работы, переналадку, замену инструмента и другие виды работ, при проведении которых оборудование вида l не может быть задействовано в производственном процессе;
 Z^+ – множество целых неотрицательных чисел.

Прогнозируемый объем спроса на продукцию вида i в течение жизненного цикла проекта обозначим через Pt_i ($i=1, 2, \dots, n$).

Задача оптимизации производственной программы с учетом изложенных обозначений заключается в нахождении валовой прибыли:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i - Z_{\text{пост}} \rightarrow \max \quad (5.61)$$

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} \leq \text{СОС} \quad (5.62)$$

где β_j – цена единицы материального ресурса вида j .

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.63)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.64)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.65)$$

Решение оптимизационной задачи (5.61–5.65) позволит определить наилучшую производственную программу $x = (x_1, \dots, x_n)$, а также затраты на закупку материально-сырьевых ресурсов.

5.1.8. Модель оптимизации управления кредитными ресурсами, привлеченными для пополнения оборотных средств

Предполагается, что предприятие, обладающие необходимыми производственными мощностями, выпускающее n видов продукции, использует кредит в объеме V под ставку $\alpha \times 100\%$ процентов. Обозначим общую сумму средств, необходимую для за-

купки материальных ресурсов, $\text{COC}+V$. β_j — цена единицы материального ресурса вида j .

Тогда задача наиболее эффективного использования кредитных ресурсов по критерию максимизации прибыли может быть сформулирована следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i - Z_{\text{пост}} - \alpha \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - \text{COC} \right) \rightarrow \max \quad (5.66)$$

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

На финансовые ресурсы:

$$\text{COC} < \sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} \leq \text{COC} + V \quad (5.67)$$

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.68)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.69)$$

$$0 \leq V \leq V^* \quad (5.70)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.71)$$

где x_i — объем выпуска продукции вида i ; a_i — цена реализации одной единицы продукции вида i ; b_i — переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i ; α — ставка по кредиту; COC — собственные оборотные средства; слагаемое $-\alpha \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - \text{COC} \right)$ — плата за кредит;

t_{il} — время загрузки l -й единицы оборудования для выпуска одной единицы продукции i , где $l = \overline{1, k}$ и $1, \dots, k$ — виды имеющегося оборудования; τ_l — время эффективного использования оборудования вида l ; l_{ij} — количество материальных ресурсов вида j , необходимый для производства одной единицы продукции вида i , где $j = \overline{1, M}$ и $1, \dots, M$ — виды

используемых материально-сырьевых ресурсов; Pt_i — спрос на продукцию вида i ; Z^+ — множество целых неотрицательных чисел.

Решение задачи (5.14 — 5.25) заключается в нахождении портфеля выпускаемой продукции $x = (x_1, \dots, x_n)$ и затрат на закупку материально-сырьевых ресурсов.

После решения задач (5.61–5.65) и (5.66–5.71) наилучшим вариантом признается тот, который обеспечивает наибольшую прибыль от реализации выпущенной продукции.

5.1.9. Определение max ставки по кредиту, по которой целесообразно его привлекать для закупки материальных ресурсов производства

Сравниваем решение задачи (5.66–5.71), когда кредит привлекается, с оптимальным решением задачи (5.61–5.65) без привлечения кредита.

Определим max α так, чтобы выполнялось неравенство:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i - \alpha \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - \text{COC} \right) \geq \sum_{i=1}^n a_i x_i^A - \sum_{j=1}^M b_j x_j^A \quad (5.71)$$

При ограничениях:

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} \leq \text{COC} + V \quad (5.72)$$

На материально-сырьевые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq L_j + z_j \quad (5.73)$$

Здесь L_j — запасы материально-сырьевых ресурсов вида l ;

z_j — дополнительно приобретаемые ресурсы вида j .

На объем закупок по кредиту и величине COC :

$$\sum_{j=1}^M z_j \beta_j \leq \text{COC} + V \quad (5.74)$$

где β_j — цена единицы материального ресурса вида j .

На производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.75)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.76)$$

$$0 \leq V \leq V^* \quad (5.77)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x \in Z \quad (5.78)$$

Здесь x_i^A — решение задачи (5.61–5.65) (без использования кредита).

5.1.10. Модели проекта расширения производства

Если же речь идет о проекте модернизации предприятия с целью расширения ассортимента выпускаемых товаров и обновления технологий производства, иными словами — создание, разработка, испытание в рыночных условиях, освоение производства новой продукции, то с учетом ранее используемых обозначений могут быть предложены следующие нижеописанные модели.

Для того чтобы определить, необходимо ли привлекать кредит для закупки дополнительного оборудования в проекте расширения производства, решается две задачи (5.79–5.84) и (5.85–5.91). Критерием, по которому выбирается тот или иной вариант производственно-хозяйственной деятельности предприятия, является прибыль предприятия, полученная от реализации выпущенной продукции.

5.1.11. Однопериодная модель проекта расширения производства без учета привлечения кредита для закупки дополнительного оборудования

Обозначим, как и ранее, через $\bar{X} = (x_1, \dots, x_n)$ вектор производственной программы предприятия на планируемый период, где x_i — объем выпуска продукции вида i из перечня, включенного в производственную программу. Предприятие планирует расширять производство и выпускать новую продукцию: $n+1, \dots, n_1$. При этом привлекаются дополнительные виды оборудования: $k+1, \dots, k_1$ за счет собственных инвестиций.

Тогда требуется максимизировать величину прибыли:

$$\sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - z_n \rightarrow \max \quad (5.79)$$

При ограничениях:

На производственные мощности:

1) для выпуска традиционных видов продукции:

$$\sum_{i=1}^n x_i t_{il} \leq k_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.80);$$

2) для выпуска новых видов продукции:

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} t_{il} x_i \leq y_l \tau_l, \quad l = k+1, k_1 \quad (5.81).$$

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq \text{СИ} \quad (5.82)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n_1 \quad (5.83)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.84)$$

$$y_i \in Z^+ \quad (5.85)$$

Здесь:

СИ — собственные инвестиции;

k_l — известное количество оборудования вида l , имеющееся в наличии;

y_l — количество единиц дополнительно закупаемого оборудования вида l , необходимого для выпуска новой продукции;

γ_l — цена единицы оборудования вида l ;

τ_l — эффективное время использования единицы оборудования вида l на период планирования.

В данной постановке предполагается, что $1, \dots, k$ видов оборудования используется для выпуска прежнего ассортимента изделий, а оборудование вида $k+1, \dots, k_1$ для выпуска новых видов изделий $n+1, \dots, n_1$.

Решением задачи (5.79–5.85) будут компоненты вектора $x = (x_1, \dots, x_{n_1})$ и вектора $y = (y_{k+1}, \dots, y_{k_1})$. Это решение определяет, сколько единиц дополнительного оборудования необходимо приобрести при реализации инвестиционного проекта по расширению

предприятия и какой объем x_i продукции вида i необходимо выпустить, чтобы максимизировать целевую функцию прибыли (5.79) в задаче (5.79–5.85).

5.1.12. Однопериодная модель проекта расширения производства с учетом привлечения кредита для закупки дополнительного оборудования

В данной модели предполагается, что предприятие, выпускающее n видов продукции, привлекает кредитные ресурсы в размере V под процент α для закупки нового оборудования. Расширение номенклатуры предполагает увеличение ассортимента выпускаемой продукции с n видов до n_1 . Для выпуска новых видов изделий $n+1, \dots, n_1$ используются новые виды оборудования $k+1, \dots, k_1$.

Целью использования кредитных средств является формирование такого портфеля закупок дополнительного оборудования, использование которого при выпуске конечной продукции максимизировало бы валовую прибыль.

$$\sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - z_n - \alpha \left(\sum_{l=1}^{k_1} y_l \gamma_l - \text{СИ} \right) \rightarrow \max \quad (5.86)$$

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

На производственные мощности для выпуска старых и новых видов продукции:

$$\sum_{i=1}^n t_{il} x_i \leq k_l \gamma_l, \quad l = \overline{1, k} \quad (5.87)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} t_{il} x_i \leq y_l \tau_l, \quad l = \overline{k+1, k_1} \quad (5.88)$$

где k_l – известное количество оборудование вида l , имеющееся в наличии;

y_l – число единиц дополнительного оборудования вида l , необходимого для выпуска новой продукции;

На размер закупок по кредиту и величине СИ:

$$\text{СИ} < \sum_{l=k+1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq \text{СИ} + V \quad (5.89)$$

где γ_l – цена одной единицы продукции вида l ;

СИ – собственные инвестиции.

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, \dots, n_1 \quad (5.90)$$

$$0 \leq V \leq V^* \quad (5.91)$$

На целочисленность решения:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.92)$$

$$y_i \in Z^+ \quad (5.93)$$

Решение оптимизационной задачи (5.86–5.93) позволит определить наилучшую производственную программу $x = (x_1, \dots, x_{n_1})$ и сформировать оптимальный план закупок нового оборудования $y = (y_{k+1}, \dots, y_{k_1})$ в модели проекта расширения производства.

После решения задачи (5.79–5.85) и (5.86–5.93) выбирается наилучший из двух вариантов набор оборудования $y = (y_{k+1}, \dots, y_{k_1})$, использование которого при реализации выпущенной продукции максимизирует валовую прибыль.

5.1.13. Модель расширения производства с учетом привлечения кредита для покупки дополнительных материальных ресурсов и покупки оборудования

В данной модели рассмотрена ситуация, когда предприятие для расширения ассортимента выпускаемых изделий использует финансовые средства как для покупки дополнительного оборудования, так и для закупки материально-сырьевых ресурсов производства. Рассмотрим, как использование кредита позволяет расширить номенклатуру выпускаемых изделий: $n_1 > n$. Для выпуска новых видов продукции $n+1, \dots, n_1$ необходимы ресурсы новых видов $M+1, \dots, M_1$ и новое оборудование видов $k+1, \dots, k_1$, а также используются имеющееся оборудование, сырье и материалы.

В данной модели кредит, привлекаемый для реализации проекта расширения производства, имеет две составляющие:

V_1 – краткосрочный кредит на закупку материальных ресурсов производства;

V_2 – долгосрочный кредит на закупку дополнительного оборудования.

Тогда требуется максимизировать величину прибыли:

$$\sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - z_{\text{пост}} - \alpha_1 \Delta_1 - \alpha_2 \Delta_2 \rightarrow \max \quad (5.94)$$

$$\text{где } \Delta_1 = \begin{cases} \sum x_i \sum \beta_j l_i - \text{COC}, & \text{если } > 0 \text{ когда кредит привлекается} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\Delta_2 = \begin{cases} \sum y_l \gamma_l - \text{СИ}, & \text{если } > 0 \text{ когда кредит привлекается} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

При ограничениях:

На объем дополнительных материально-сырьевых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^{n_1} x_i l_{ij} \leq L_j + z_j, \quad j = \overline{1, M} \quad (5.95)$$

где L_j – запас материально-сырьевых ресурсов вида j ;

z_j – объем закупок материально-сырьевых ресурсов вида j .

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i l_{ij} \leq z_j, \quad j = M+1, \dots, M_1 \quad (5.96)$$

На размер закупок по кредиту и величине СОС:

$$\sum_{j=1}^{M_1} z_j \beta_j \leq \text{COC} + V_1 \quad (5.97)$$

где β_j – цена единицы материального ресурса вида j .

На дополнительные производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^{n_1} x_i t_{il} \leq k_l \tau_l + y_l \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k \quad (5.98)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i t_{il} \leq y_l \tau_l, \quad l = k+1, \dots, k_1 \quad (5.99)$$

где k_l – известное количество оборудования вида l , имеющееся в наличии;

y_l – число единиц дополнительного оборудования вида l .

На размер закупок по кредиту и величине СИ:

$$\sum_{l=1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq \text{СИ} + V_2 \quad (5.100)$$

где γ_l – цена одной единицы продукции вида l .

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{i=1}^{n_1} x_i \sum_{j=1}^{M_1} l_{ij} \beta_j \leq \text{COC} + V_1 \quad (5.101)$$

$$0 \leq V_1 \leq V_1^* \quad (5.102)$$

$$0 \leq V_2 \leq V_2^* \quad (5.103)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq P t_i, \quad i = 1, \dots, n_1 \quad (5.104)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.105)$$

$$y_i \in Z^+ \quad (5.106)$$

$$z_i \geq 0 \quad (5.107)$$

Для решения задачи необходимо рассмотреть всевозможные комбинации:

- 1) оба кредита не привлекаются: $V_1 = 0; V_2 = 0$;
- 2) краткосрочный кредит привлекается, долгосрочный нет: $V_1 > 0; V_2 = 0$;
- 3) краткосрочный кредит не привлекается, долгосрочный – привлекается: $V_1 = 0; V_2 > 0$;
- 4) оба кредита привлекаются: $V_1 > 0; V_2 > 0$.

Из этих четырех случаев выбираем тот, который дает наибольшее значение валовой прибыли. Решение позволяет определить, сколько единиц оборудования и материально-сырьевых ресурсов необходимо дополнительно приобрести при реализации проекта модернизации предприятия с целью расширения ассортимента выпускаемой продукции и какой объем x_i продукции вида i необходимо выпустить, чтобы максимизировать целевую функцию прибыли (5.94) в задаче (5.94–5.107).

5.1.14. Определение max ставки по кредиту, по которой целесообразно его привлекать для закупки оборудования

Определим максимальную ставку по кредиту, привлеченному для закупки оборудования при условии, что кредит, привлекаемый для закупки материалов, имеет фиксированный α_1 .

$$\sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - \alpha_1 \left(\sum_{i=1}^{n_1} x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - \text{COC} \right) - \alpha_2 \left(\sum_{l=1}^{k_1} y_l \gamma_l - V_2 \right) \geq \sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i^A - \sum_{i=1}^{n_1} b_i^A x_i \quad y_i \in Z^+ \quad (5.120)$$

$$z_i \geq 0 \quad (5.121)$$

При ограничениях:

На объем дополнительных материально-сырьевых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq L_j + z_j, \quad j = \overline{1, M} \quad (5.109)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i l_{ij} \leq z_j, \quad j = M+1, \dots, M_1 \quad (5.110)$$

На размер закупок по кредиту и величине СОС:

$$\sum_j z_j \beta_j \leq \text{COC} + V_1 \quad (5.111)$$

На дополнительные производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^{n_1} x_i t_{il} \leq k_l \tau_l + y_l \tau_l, \quad l = \overline{1, k} \quad (5.112)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} x_i t_{il} \leq y_l \tau_l, \quad l = \overline{k+1, k_1} \quad (5.113)$$

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{l=1}^{k_1} y_l \gamma_l \leq \text{СИ} + V_2 \quad (5.114)$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} x_i \sum_{j=1}^{M_1} \beta_j l_{ij} \leq \text{COC} + V_1 \quad (5.115)$$

$$0 \leq V_1 \leq V_1^* \quad (5.116)$$

$$0 \leq V_2 \leq V_2^* \quad (5.117)$$

По спросу на выпускаемые виды продукции:

$$0 \leq x_i \leq P t_i, \quad i = 1, \dots, n_1 \quad (5.118)$$

На целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+ \quad (5.119)$$

5.1.15. Многопериодная модель управления финансовыми ресурсами в модели расширения производства

Рассмотрим задачу оптимизации затрат в модели расширения производства, когда жизненный цикл проекта состоит из нескольких периодов, на каждом из которых существует вполне определенный спрос по каждому виду выпускаемой продукции.

Обозначим число периодов в жизненном цикле проекта через T . В этом случае задача наиболее эффективного использования инвестиционных ресурсов по критерию максимизации прибыли с учетом дисконтирования будет иметь следующий вид:

$$\frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{n_1} a_i^t x_i^t}{(1+D)^t} - \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{n_1} b_i^t x_i^t}{(1+D)^t} - \frac{\sum_{t=1}^T Z_{\text{пост}}^t}{(1+D)^t} - \frac{\sum_{t=1}^T \alpha^t (\sum y_l^t \gamma_l^t - \text{СИ}^t)}{(1+D)^t} \rightarrow \max \quad (5.122)$$

При ограничениях:

На производственные мощности для выпуска старых и новых видов продукции:

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} x_i^t \leq k_l \tau_l^t, \quad l = \overline{1, k} \quad (5.123)$$

$$\sum_{i=n+1}^{n_1} t_{ij} x_i^t \leq (\sum y_l) \tau_l, \quad l = \overline{k+1, k_1} \quad (5.124)$$

На финансовые ресурсы:

$$\sum_{l=k+1}^{k_1} \gamma_l^t y_l^t \leq \text{СИ}^t + V^t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (5.125)$$

$$0 \leq x_i^t \leq P t_i^t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (5.126)$$

В модели (5.122–5.126) были использованы следующие обозначения:

D – ставка дисконтирования;

a_i^t – цена реализации одной единицы продукции вида i на временном периоде t ;

b_i^t – переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i на временном периоде t ;

$Z_{\text{пост}}^t$ – постоянные затраты на временном периоде t ($t=1, 2, \dots, T$);

x_i^t – объем выпуска продукции вида i в период времени t ;

γ_l — цена единицы оборудования вида l ;

τ_l — эффективное время использования единицы оборудования вида l на период планирования;

t_{il} — время работы l -й единицы оборудования, требуемое для производства единицы продукции i , где $l = \overline{1, K}$ и K — число видов оборудования участвующего в производственной программе;

Pt_i^t — спрос на продукцию вида i на этапе t ;

y_l — количество единиц оборудования вида l ;

СИ — объем собственных инвестируемых средств для расширения производства.

В качестве решения многопериодной оптимизационной задачи можно взять серию решений на любом периоде $t = 1, 2, \dots, T$.

5.2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ МОДЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕН НА ПРОДУКЦИЮ, ВЫПУСКАЕМУЮ ПРЕДПРИЯТИЕМ

В условиях нестабильности экономической среды происходит изменение параметров моделей, что влияет на решение задачи оптимизации. Обратимся к исследованию проблемы устойчивости решения оптимизационной задачи при изменении параметров модели. Рассмотрение данного вопроса интересно в условиях инфляции, когда цены на выпускаемую предприятием продукцию изменяются и это, следовательно, может привести к изменению производственной программы по номенклатуре и объемам выпуска продукции.

Для этого рассмотрим три ситуации изменения цен на выпускаемую продукцию, где обозначим C_i — прибыль от производства одной единицы продукции данного вида, ξ — увеличение рыночных цен на продукцию вследствие инфляционных процессов, k_i — коэффициент учитывающий специфику вида продукции.

Анализ устойчивости при одинаковом росте цен на все виды продукции. Рассмотрим случай $c_i \rightarrow c_i + \xi, i = \overline{1, n}, \xi \in [0, \infty)$.

Пусть X — множество допустимых вариантов выпуска. Можно считать множество $X = \{x^1, \dots, x^N\}$ упорядоченным по возрастанию

объемов выпуска продукции $\sum_{i=1}^n x_i^j, j = \overline{1, N}$. Пусть x^L — оптимальное

решение, при котором $\sum_{i=1}^n c_i x_i^L$ максимально.

Предположим, $L=N$, т.е. $\sum_{i=1}^n x_i^L$ — максимально, тогда

$$\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + \xi) = \sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^L$$

следовательно, оптимальное решение сохраняется.

Теперь предположим, что $\sum_{i=1}^n x_i^L$ — не максимально, т.е. множество допустимых вариантов выпуска упорядочено следующим образом: $X = \{x^1, \dots, x^L, \dots, x^N\}$.

Сравним по прибыли x^L с x^j ($j = \overline{1, L-1}$), получим, что

$$\sum_{i=1}^n x_i^j (c_i + \xi) < \sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + \xi), \quad j = \overline{1, L-1}$$

Поскольку

$$\sum_{i=1}^n x_i^j c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^j < \sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^L, \quad j = \overline{1, L-1}$$

и так как $\sum_{i=1}^n x_i^L c_i$ — максимальна, а по условию $\xi \sum_{i=1}^n x_i^L > \xi \sum_{i=1}^n x_i^j$, следовательно, для решений x^1, \dots, x^L оптимальное решение сохранится.

Рассмотрим решение x^{L+1}, \dots, x^N . Для того, чтобы оптимальное решение x^L поменялось на x^j , должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + \xi) < \sum_{i=1}^n x_i^j (c_i + \xi), \quad j = \overline{L+1, N}$$

Или:

$$\sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^L < \sum_{i=1}^n x_i^j c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^j, \quad j = \overline{L+1, N}$$

В результате преобразований:

$$\sum_{i=1}^n x_i^j c_i + \xi \sum_{i=1}^n x_i^j - \xi \sum_{i=1}^n x_i^L > \sum_{i=1}^n x_i^L c_i$$

$$\xi \left(\sum_{i=1}^n x_i^j - \sum_{i=1}^n x_i^L \right) > \sum_{i=1}^n x_i^L c_i - \sum_{i=1}^n x_i^j c_i$$

Получаем

$$\xi > \frac{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i - \sum_{i=1}^n x_i^j c_i}{\sum_{i=1}^n x_i^j - \sum_{i=1}^n x_i^L}$$

Положим,

$$\xi_1 = \min_{j=L+1, \dots, N} \frac{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i - \sum_{i=1}^n x_i^j c_i}{\sum_{i=1}^n x_i^j - \sum_{i=1}^n x_i^L}$$

Следовательно, ξ_1 – это крайнее значение, при котором сохраняется оптимальное решение x^L , если $\xi > \xi_1$, то решение меняется на соответствующее $x^j, j=L+1, \dots, N$.

5.2.1. Анализ устойчивости при линейном росте цен на каждый вид продукции

Рассмотрим случай, когда цены линейно растут от инфляции, т.е. $c_i \rightarrow c_i + k\xi$.

Пусть ξ – уровень инфляции; k_i – коэффициент, учитывающий специфику вида продукции. Обозначим множество допустимых вариантов выпуска через X . $X = \{x^1, \dots, x^N\}$ – варианты, упорядоченные по росту суммы произведения компонент, его составляющих и коэффициента k_i , т.е. $\sum_{i=1}^n x_i^N k_i = \max_j \sum_{i=1}^n k_i x_i^j, j = \overline{1, N}$. Пусть программа

$x^L \in X$, где $1 \leq L \leq N$ максимизирует целевую функцию: $\sum_{i=1}^n c_i x_i^L \rightarrow \max$.

Положим, $L=N$, т.е. $\sum_{i=1}^n k_i x_i^L$ – максимальная, тогда

$\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + k_i \xi) = \sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n k_i x_i^L$, следовательно оптимальное решение сохраняется.

Теперь предположим, что $\sum_{i=1}^n k_i x_i^L$ – не максимально, т.е. множество допустимых вариантов выпуска упорядочено следующим образом: $X = \{x^1, \dots, x^L, \dots, x^N\}$.

Сравним по прибыли x^L с x^j ($j=1, \dots, L-1$), получим, что

$$\sum_{i=1}^n x_i^j (c_i + k_i \xi) < \sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + k_i \xi), \quad j = 1, \dots, L-1,$$

Поскольку

$$\sum_{i=1}^n x_i^j c_i + \xi \sum_{i=1}^n k_i x_i^j < \sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n k_i x_i^L, \quad j = \overline{1, L-1}$$

и так как $\sum_{i=1}^n x_i^L c_i$ – максимальна, а по условию $\sum_{i=1}^n k_i x_i^L > \sum_{i=1}^n k_i x_i^j$, следовательно, для решений x^1, \dots, x^L оптимальное решение сохраняется.

Рассмотрим решение x^{L+1}, \dots, x^N . Для того, чтобы оптимальное решение x^L поменялось на x^j , должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + \xi) < \sum_{i=1}^n x_i^j (c_i + \xi), \quad j = \overline{L+1, N},$$

Или:

$$\sum_{i=1}^n x_i^L c_i + \xi \sum_{i=1}^n k_i x_i^L < \sum_{i=1}^n x_i^j c_i + \xi \sum_{i=1}^n k_i x_i^j, \quad j = \overline{L+1, N}$$

Получаем

$$\xi > \frac{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i - \sum_{i=1}^n x_i^j c_i}{\sum_{i=1}^n k_i x_i^j - \sum_{i=1}^n k_i x_i^L}$$

Положим,

$$\xi_1 = \min_{j=L+1, \dots, N} \frac{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i - \sum_{i=1}^n x_i^j c_i}{\sum_{i=1}^n k_i x_i^j - \sum_{i=1}^n k_i x_i^L},$$

Интервал $(0; \xi_1)$ есть интервал изменения инфляции, на котором сохраняется оптимальность решения x^L , если $\xi > \xi_1$, то решение меняется на соответствующее $x^j, j=L+1, \dots, N$.

5.2.2. Анализ устойчивости в условиях интервальной оценки цен на выпускаемую продукцию

Третий вариант определяет ситуацию, когда можно оценить только интервал изменения цен с достаточно высокой достоверностью, т.е. $c_i \in [c_i^1; c_i^2]$.

Пусть оптимальное решение принадлежит множеству допустимых решений, то есть $x_{\text{опт}} \in \bar{X}$, область изменения цен задана

$$p = \prod_{i=1}^n [c_i^1; c_i^2].$$

Рассмотрим случай, когда предприятие выпускает 2 вида продукции, т.е. $n=2$ и $c_1 \in [c_1^1; c_1^2]$; $c_2 \in [c_2^1; c_2^2]$.

Осуществим выбор между двумя допустимыми вариантами $x^1 = (x_1^1; x_2^1)$ и $x^2 = (x_1^2; x_2^2)$ для различных вариантов изменения $(c_1; c_2)$.

Положим $F_{\max}(x^1) = c_1^2 x_1^1 + c_2^2 x_2^1$ – прибыль при использовании варианта x^1 при максимальных ценах; $F_{\min}(x^1) = c_1^1 x_1^1 + c_2^1 x_2^1$ – прибыль при использовании варианта x^1 при минимальных ценах; $F_{\max}(x^2) = c_1^2 x_1^2 + c_2^2 x_2^2$ – прибыль при использовании варианта x^2 при максимальных ценах; $F_{\min}(x^2) = c_1^1 x_1^2 + c_2^1 x_2^2$ – прибыль при использовании варианта x^2 при минимальных ценах.

Теперь рассмотрим два случая: в первом случае (см. рис. 5.3), когда $[F_{\min}(x^1); F_{\max}(x^1)] \cap [F_{\min}(x^2); F_{\max}(x^2)] = \emptyset$ для всех вариантов $(c_1; c_2)$ оптимальное решение x^2 .

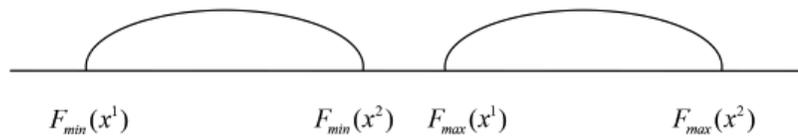


Рис. 5.3. Значение целевой функции в первом случае, когда области не пересекаются

Рассмотрим второй случай (см. рис. 5.4), когда $[F_{\min}(x^1); F_{\max}(x^1)] \cap [F_{\min}(x^2); F_{\max}(x^2)] \neq \emptyset$.

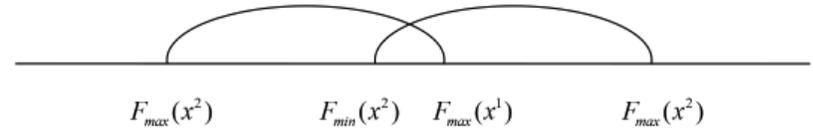


Рис. 5.4. Значение целевой функции для второго случая, когда области пересекаются

Найдем границу, разделяющую области, на которых оптимальны первое и второе решения. Для этого определим $F(x^1) = c_1 x_1^1 + c_2 x_2^1 = c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 = F(x^2)$, где x_1 и x_2 – переменные, $c_1(x_1^1 + x_1^2) + c_2(x_2^1 + x_2^2) = 0$ – уравнение прямой на плоскости $c_1 c_2$.

Графическое представление предположения, что $x_1^1 \leq x_1^2$ и $x_2^1 \geq x_2^2$, представлено на рис. 5.5.

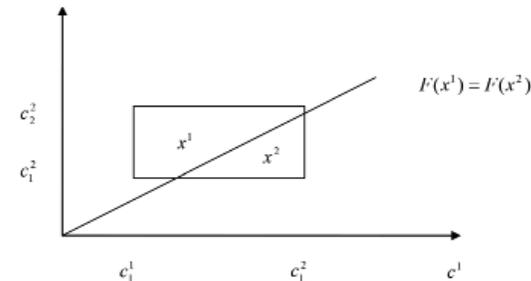


Рис. 5.5. Области оптимальности первого и второго вариантов

Область оптимально 1-го решения (x^1)

$$\begin{cases} c_1^1 \leq c_1 \leq c_1^2 \\ c_2^1 \leq c_2 \leq c_2^2 \\ c_1 x_1^1 + c_2 x_2^1 \leq c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 \end{cases}$$

Область оптимально 2-го решения (x^2)

$$\begin{cases} c_1^1 \leq c_1 \leq c_1^2 \\ c_2^1 \leq c_2 \leq c_2^2 \\ c_1 x_1^1 + c_2 x_2^1 \leq c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 \end{cases}$$

При условии, что объемы прибыли должны превышать выплаты по кредиту V , необходимо наложить дополнительное условие $c_1 x_1 + c_2 x_2 \geq V$ для области оптимальности x^1 : $c_1 x_1^1 + c_2 x_2^1 \geq V$, для области оптимальности x^2 : $c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 \geq V$.

Раздел 6

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК ТОРГОВОЙ ФИРМОЙ

6.1. СТАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК

Модель оптимизации портфеля оптовых закупок в общем случае заключается в следующем [74]. Предприятие розничной торговли закупает несколько партий различного вида товаров по оптовым ценам и в дальнейшем продает их в розничной сети по более высоким ценам. Задача заключается в том, чтобы закупить те виды товаров и в таком объеме, чтобы максимизировать прибыль фирмы от розничной продажи товаров в заданном интервале времени. При этом необходимо учитывать ограничения на объем оборотного капитала, привлекаемого для оптовых закупок, ограничения на объем товара на складе, ограничения спроса и некоторые другие.

Математическая постановка данной задачи выглядит следующим образом [74]:

$$\sum_{i=1}^n x_i v_i \gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \right] \rightarrow \max \quad (6.1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \leq F \quad (6.2)$$

$$x_i v_i \leq \int_0^T \gamma_i(t) dt, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.3)$$

$$0 \leq x_i \leq k_i, \text{ где } k_i = \frac{V_i}{v_i}; x_i \in Z^+ \quad (6.4)$$

где v_i — объем минимальной партии товара i при оптовой закупке ($i = 1, 2, \dots, n$);

x_i — число минимальных партий товара i , закупаемого оптом ($i = 1, 2, \dots, n$);

γ_i — цена продажи товара вида i в розницу ($i = 1, 2, \dots, n$);

F — объем оборотного капитала;

α_i — оптовая цена товара i ($i = 1, 2, \dots, n$);

V_i — объем на складе товара вида i , который может быть закуплен оптом ($i = 1, 2, \dots, n$);

$k_i = \frac{V_i}{v_i}$ — количество минимальных партий оптовых закупок на складе;

$V_i(t)$ — интенсивность спроса на товары вида i при розничной цене продукта γ_i ;

Z^+ — множество целых положительных чисел;

T — продолжительность рассматриваемого периода времени.

Таким образом, целевая функция (6.1) задает прибыль от продажи товаров. Ограничение (6.2) говорит о том, что при оптовых закупках затраты не могут превышать объема оборотного капитала F . Ограничение (6.3) свидетельствует о том, что все закупленные оптом товары должны быть проданы в розничной торговле на периоде времени $(0, T)$. Наконец, ограничение (6.4) свидетельствует о том, что объем закупки оптовых товаров не может превышать объемов, имеющихся в данный момент на складе.

Задача (6.1–6.4) является задачей целочисленного линейного программирования и может быть, в частности, решена с использованием метода ветвей и границ следующим образом [74].

1. Вычисление верхней оценки для оптимального значения целевой функции (6.1). Для этого будем предполагать, что оптовые закупки можно осуществлять в любом объеме, а не партиями минимального объема. Далее определим доходность каждого товара по формуле

$$d_i = \frac{\gamma_i}{\alpha_i}; (i = 1, 2, \dots, n).$$

и перенумеруем виды товаров так, чтобы $d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_n$.

Сформируем портфель оптовых закупок следующим образом: вначале в максимально возможном объеме закупается продукция первого вида, на остаток закупается продукция второго вида и т.д. пока либо не закончатся деньги, либо все виды товаров не будут закуплены. Затем определяется значение целевой функции (6.1) на полученном портфеле оптовых закупок. Будем считать его верхней оценкой F_b .

2. Вычисление нижней оценки F_n значения целевой функции (6.1) на оптимальном решении. В качестве такой оценки можно принять значение целевой функции (6.1) на одном из допустимых решений (решение можно получить из портфеля, использовавшегося при определении F_b , разделив соответствующие объемы закупок на величину v_i и отбросив дробную часть). Полученный портфель будет допустимым для целочисленной задачи (6.1–6.4),

и, вычислив на нем значение целевой функции (6.1), получим нижнюю оценку $F_{\text{н}}$.

Если $F_{\text{н}} = F_{\text{в}}$, то оптимальное решение задачи (6.1–6.4) получено. Этим решением будет допустимое решение, сформированное при вычислении оценки $F_{\text{н}}$. Если $F_{\text{н}} < F_{\text{в}}$, то переходим к следующему пункту.

3. Формирование очередного допустимого портфеля оптовых закупок с вычислением текущих верхних оценок целевой функции на этом решении. Текущие верхние оценки целевой функции вычисляются всякий раз, когда в портфель закупок включается очередная минимальная партия товара, приобретаемого оптом. Расчет производится по следующей формуле:

$$F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n) = \sum_{i=1}^n \tilde{v}_i \gamma_i + F_{\text{в}}(V / \tilde{v}),$$

где $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$ — текущая верхняя оценка целевой функции (6.1) при условии, что товары в объеме $(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$ уже закуплены оптом;

$\sum_{i=1}^n \tilde{v}_i \gamma_i$ — выручка от оптовой продажи закупленных товаров в объеме $(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$;

$F_{\text{в}}(V / \tilde{v})$ — верхняя оценка целевой функции на объеме товаров, оставшихся на складе после покупки товаров в объеме $\tilde{v} = (\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$ и при условии, что оборотные средства F' , используемые для этого,

равны $F' = F - \sum_{i=1}^n \tilde{v}_i \alpha_i$, где F' — остаток оборотных средств, F — первоначальный объем оборотных средств, $\sum_{i=1}^n \tilde{v}_i \alpha_i$ — объем финан-

совых ресурсов, потраченных на оптовые закупки товаров в объеме $(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$.

Если полученное значение $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n) \leq F_{\text{н}}$, то дальнейшее формирование портфеля прекращается. Можно переходить к созданию нового портфеля для оптовых закупок.

Если $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n) > F_{\text{н}}$, то формирование портфеля продолжается, т.е. выбирается очередная партия товара для оптовой закупки, она закупается, и на множестве закупленных оптом товаров снова вычисляются $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n)$. Анализируя подобным образом каждое допустимое решение, мы либо отбраковываем его как неоптимальное, либо полностью реализуем его, при этом значение целевой функции (6.1) F^* на данном решении будет больше, чем $F_{\text{н}}$. В этом случае корректируем значение $F_{\text{н}}$, полагая его равным F^* . Если новое значение $F_{\text{н}} = F_{\text{в}}$, то оптимальное решение найдено.

Если $F^* < F_{\text{в}}$, то продолжаем процедуру анализа допустимых портфелей с вычислением текущих верхних оценок до тех пор, пока не произойдет одно из следующих событий:

1. При очередной корректировке $F_{\text{н}}$ его значение становится равным $F_{\text{в}}$.

2. Все допустимые портфели рассчитаны и $F_{\text{н}} < F_{\text{в}}$.

В первом случае оптимальным решением будет тот допустимый портфель, значение целевой функции на котором равно $F_{\text{в}}$. Во втором случае оптимальным будет допустимый портфель, которому соответствует последнее (максимальное) значение $F_{\text{н}}$.

Во многих случаях торговая фирма кроме использования собственного оборотного капитала в размере F может также привлечь дополнительно кредит в объеме V под процент L , который также может быть использован для формирования оптового портфеля закупок. В этом случае менеджер компании должен решить, целесообразно ли использовать кредит, и если да, то в каком объеме и какие виды товаров необходимо приобрести оптом для последующей их реализации в розничной торговле. Для этого необходимо рассмотреть две возможные стратегии. Первая стратегия не предполагает привлечения кредита для оптовых закупок, вторая подразумевает взятие кредита и минимизацию потерь при его возврате. Объем прибыли для ситуации без привлечения кредита может быть рассчитан при решении задачи 1 следующего вида:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i v_i \gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \right] &\rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i &\leq F \\ x_i v_i &\leq \int_0^T V_i(t) dt, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ 0 \leq x_i &\leq k_i, \text{ где } k_i = \frac{V_i}{v_i}; x_i \in Z^+ \end{aligned}$$

Задача 2 дает ответ на вопрос о прибыли в ситуации привлечения кредита.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i v_i (\gamma_i - \alpha_i) - (1+L) \left(\sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i - F \right) &\rightarrow \max \\ F < \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i &\leq F + V \end{aligned}$$

$$x_i v_i \leq \int_0^T V_i(t) dt, i=1,2,\dots,n$$

$$0 \leq x_i \leq k_i, \text{ где } k_i = \frac{V_i}{v_i}; x_i \in Z^+$$

В конечном итоге выбирают ту стратегию, которая дает большую прибыль (целевые функции задач 1 и 2). Для решения задач 1 и 2 также может быть использован метод ветвей и границ.

В условиях привлечения кредита для закупки материальных ресурсов производства можно вычислить максимальную величину процента по кредиту L , при котором целесообразно привлекать заемные средства. Для этого решается следующая оптимизационная задача:

max L

$$\sum_{i=1}^n x_i v_i (\gamma_i - \alpha_i) - (1+L) \left(\sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i - F \right) \geq \sum_{i=1}^n x_i^* v_i \gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i^* v_i \alpha_i \right]$$

$$F < \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \leq F + V$$

$$x_i v_i \leq \int_0^T V_i(t) dt, \quad i=1,2,\dots,n$$

$$0 \leq x_i \leq k_i; x_i \in Z^+; L \geq 0$$

где величины x_i^* ($i = 1, 2, \dots, n$) — решение задачи 1 (ситуация без привлечения кредита).

6.2. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ В МОДЕЛИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК

Рассмотрим ситуацию, когда розничные цены растут вместе с ростом накопленной инфляции, т.е.:

$$\gamma_i(\xi) = \gamma_i(0) + \varphi_i(\xi),$$

где $\gamma_i(\xi)$ — розничная цена единицы товара i при уровне накопленной инфляции ξ (в долях);

$\varphi_i(\xi)$ — приращение цены $\gamma_i(0)$ при уровне накопленной инфляции ξ ; далее будем считать $\varphi_i(\xi)$ дифференцируемой функцией

от ξ и $(\varphi_i(\xi))' \geq 0$ для всех значений ξ ;

$\gamma_i(0)$ — розничная цена на единицу продукции i в некоторый начальный момент $t = 0$ ($\xi = 0$).

Учитывая конечность допустимых решений задачи (6.1–6.4) и бесконечное число значений инфляции на любом ограниченном интервале $(0, \theta)$ ($\xi \in (0, \theta)$), можно сделать следующие выводы.

1. Оптимальное решение, полученное при $\xi = 0$ будет оставаться таковым для любого $\xi \in (0, \theta_1)$, ($\theta_1 < \theta$), в том случае, если при $\xi = 0$ оптимальное решение одно.

2. Если $\varphi_i(\xi)$ имеют непрерывные производные и ограничены для любого $\xi \in (0, \theta)$, то можно разбить интервал изменения инфляции $(0, \theta)$ на конечное число отрезков (θ_i, θ_{i+1}) ($i = 1, 2, \dots, N-1; \theta_1 = 0$) таким образом, что при любом изменении инфляции на интервале (θ_i, θ_{i+1}) (и, следовательно, изменении розничных цен) оптимальным будет некоторое допустимое решение $x_i \in \bar{X}$, где \bar{X} — множество всех допустимых решений задачи (6.1–6.4).

Дадим некоторые пояснения к сформулированному утверждению.

Пусть $\bar{X} = \{x^1, \dots, x^M\}$ — множество всех допустимых портфелей задачи (6.1–6.4), $x^l \in \bar{X}$ является оптимальным при $\xi = 0$, ($1 \leq l \leq M$).

Введем функции $f^j(\xi)$ следующим образом:

$$f^j(\xi) = \sum_{i=1}^n x_i^j v_i (\gamma_i(0) + \varphi_i(\xi)) + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i^j v_i \alpha_i \right], j = 1, 2, \dots, M$$

Иными словами, $f^j(\xi)$ — это значение целевой функции (6.1) на допустимом портфеле оптовых закупок $x^j = (x_1^j, \dots, x_n^j)$. Продифференцировав $f^j(\xi)$ по ξ , получим:

$$\frac{df^j(\xi)}{d\xi} = \frac{d\varphi_i(\xi)}{d\xi} \sum_{i=1}^n x_i^j v_i, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Очевидно, что если $\frac{df^l(\xi)}{d\xi} \geq \frac{df^j(\xi)}{d\xi}$, $j \neq l, j = 1, 2, \dots, M$ для всех

$\xi \in (0, \theta)$, то решение x^l будет оставаться оптимальным при любом уровне инфляции $\xi \in (0, \theta)$. В противном случае, т.е. если есть некоторое подмножество решений задачи (6.1–6.4) $\bar{X}_1 \subseteq \bar{X}$, для которых не выполняется система неравенств

$\frac{df^l(\xi)}{d\xi} \geq \frac{df^j(\xi)}{d\xi} \forall j = 1, 2, \dots, M, j \neq l, \forall \xi \in (0, \theta)$, то решаем уравнения вида:

$$f^l(\xi) = f^j(\xi), j \in \bar{X}_1 \quad (6.5)$$

Рассмотрим все решения этих уравнений ξ_1, \dots, ξ_{L_1} , которые принадлежат отрезку $(0, \theta)$, и выберем $\xi_{\min 1} = \min \{ \xi_1, \dots, \xi_{L_1} \}$. Значение $\xi_{\min 1}$ является одним из решений уравнения (6.5), т.е. существует $k \in \overline{X_1}$, для которого $\xi_{\min 1}$ — решением уравнения $f^l(\xi) = f^k(\xi)$.

Следовательно, при уровне инфляции $\xi > \xi_{\min 1}$ оптимальным становится не портфель оптовых закупок x^1 , а портфель x^k . Продолжив итеративно описанную процедуру на интервале инфляции $(\xi_{\min 1}, \theta)$, мы получим требуемое разбиение интервала накопленной инфляции $(0, \theta)$ на отрезки $(0, \theta_1), \dots, (\theta_{N-1}, \theta)$.

Рассмотренную процедуру разбиения интервала изменения инфляции на отрезки еще называют процедурой формирования областей устойчивости оптимальных решений задачи (6.1–6.4) при росте накопленной инфляции.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий алгоритм определения области устойчивости. Пусть осуществляется оптовая закупка инновационного вентиляционного оборудования двух видов — канальных вентиляторов и шумоглушителей. Множество допустимых решений $X = \{x^1, x^2\}$. При этом $x^1 = (25, 20)$; $x^2 = (20, 30)$, минимальная партия оптовых закупок для первого и второго вида товаров равна $v_1 = v_2 = 10$. Цена оптовых закупок и цена розничная составляют: $\alpha_1 = 5300$ руб., $\alpha_2 = 3400$ руб., $\gamma_1 = 5900$ руб.; $\gamma_2 = 3700$ руб. Соответственно, маржинальный доход по первому и второму виду товара составит:

$$\Delta_1 = \gamma_1 - \alpha_1 = 5900 - 5300 = 600 \text{ руб.}$$

$$\Delta_2 = \gamma_2 - \alpha_2 = 3700 - 3500 = 200 \text{ руб}$$

Далее будем считать, что $\varphi_1(\xi)$ и $\varphi_2(\xi)$ линейны:

$$\gamma_1(\xi) = \gamma_1(0) + k_1 \xi \cdot \gamma_1(0) = 5900 + 1 \cdot \xi \cdot 5900,$$

где $k_1 = 1$, и

$$\gamma_2(\xi) = \gamma_2(0) + k_2 \xi \cdot \gamma_2(0) = 3700 + 2 \cdot \xi \cdot 3700,$$

где $k_2 = 2$.

Сформируем функции $f_1(\xi)$ и $f_2(\xi)$:

$$f_1(\xi) = 25 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 20 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500)$$

$$f_2(\xi) = 20 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 30 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500)$$

Рассчитаем значения $f_1(0)$ и $f_2(0)$:

$$f_1(0) = 25 \cdot 10 \cdot 600 + 20 \cdot 10 \cdot 200 = 190000$$

$$f_2(0) = 20 \cdot 10 \cdot 600 + 30 \cdot 10 \cdot 200 = 180000$$

Таким образом, значение целевой функции на первом портфеле закупок выше, чем на втором, поэтому оптимальным при $\xi = 0$ будет первый портфель оптовых закупок.

Рассчитаем $(f_1(\xi))$ и $(f_2(\xi))$:

$$\frac{df_1(\xi)}{d\xi} = 25 \cdot 10 \cdot 5900 + 20 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 3700 = 2955000$$

$$\frac{df_2(\xi)}{d\xi} = 20 \cdot 10 \cdot 5900 + 30 \cdot 10 \cdot 3700 \cdot 2 = 5620000$$

Учитывая, что $\frac{df_2(\xi)}{d\xi} > \frac{df_1(\xi)}{d\xi} \forall \xi > 0$, определим уровень инфляции $\xi > 0$, при котором оптимальным становится второй

портфель оптовых закупок. Для этого решим уравнение:

$$f_1(\xi) = f_2(\xi),$$

$$\begin{aligned} 25 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 20 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500) = \\ = 20 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 30 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500) \end{aligned}$$

откуда следует, что $\xi = 0,02$.

Таким образом, при инфляции более чем 2% розничные цены вентиляционного оборудования изменятся так, что оптимальным станет решение $x^2 = (20, 30)$.

6.3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЯ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК С УЧЕТОМ РИСКА

Детерминированная модель (6.1–6.4) может быть использована для оптимизации портфеля оптовых закупок товаров в ситуации, когда будущая цена розничных продаж жестко фиксирована. На практике же в силу неопределенности динамики некоторых макроэкономических параметров, таких как уровень инфляции, доходы населения, уровень безработицы, мировые цены на энергоносители и т.д., точно предсказать будущий уровень розничных цен чаще всего невозможно. В этом случае используют различного рода прогнозные модели или мнение экспертов. Так или иначе, определить будущую цену можно в лучшем случае как случайную величину с заданным распределением вероятностей реализации значений.

Будущая величина розничных цен на товары задается следующим образом:

$$\gamma_i = \begin{cases} \gamma_i^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots & \\ \gamma_i^m & P_m \end{cases}, P_j \geq 0, j=1,2,\dots,m, \sum_{j=1}^m P_j = 1,$$

где γ_i^j — j -е значение розничной цены на товар i ;

P_j — вероятность того, что значение розничной цены на товар i будет равно γ_i^j .

Соответственно, математическое ожидание розничной цены $\bar{\gamma}_i$ товара i равно:

$$\bar{\gamma}_i = \sum_{j=1}^m \gamma_i^j P_j, i=1,2,\dots,n$$

В этом случае, формируя портфель оптовых закупок, кроме ожидаемой доходности портфеля надо еще учитывать и волатильность этой доходности. В качестве количественной оценки волатильности доходности можно использовать, следуя Г. Марковицу, дисперсию доходности портфеля оптовых закупок. Она также является и показателем риска этого портфеля, поэтому задача формирования портфеля оптовых закупок может быть сформулирована как двухкритериальная, т.е. обеспечить выбор такого портфеля, который обладал бы максимальной ожидаемой доходностью и минимальным риском (минимальной волатильностью доходности).

Учитывая тот факт, что в условиях многокритериальной оптимизации практически никогда не существует допустимого решения, которое оптимизирует оба критерия, можно использовать следующий прием: один из критериев считается главным и определяется максимумом (минимумом) соответствующей целевой функции, а остальные критерии переходят в ограничения. Это означает, что их значения при решении однокритериальной оптимизационной задачи не должны быть меньше (или больше) заданных.

Воспользуемся этим подходом при формировании модели выбора портфеля оптовых закупок с учетом риска. Далее будем считать, что доля инвестиций при оптовых закупках товара вида i , если закупается x_i минимальных партий этого товара, составляет:

$$\omega_i = \frac{x_i v_i \alpha_i}{F}, i=1,2,\dots,n,$$

где ω_i — доля инвестиций в товары вида i ;

v_i — объем минимальной партии товара i при оптовой закупке;

x_i — число минимальных партий товара i , закупаемого оптом;

α_i — оптовая цена товара i ;

F — величина оборотного капитала торговой фирмы.

С учетом этого определения и используя модель Г. Марковица в условиях, когда главным критерием является риск формируемого портфеля оптовых закупок, получим следующую оптимизационную задачу:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 \left(\frac{x_i v_i \alpha_i}{F} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \text{cov}_{ij} \left(\frac{x_i v_i \alpha_i}{F} \right) \left(\frac{x_j v_j \alpha_j}{F} \right) \rightarrow \min \quad (6.6),$$

где δ_i^2 — дисперсия доходности товара i ;

cov_{ij} — ковариация доходности товаров i и j , $i \neq j$.

$$\sum_{i=1}^n x_i v_i (\bar{\gamma}_i - \alpha_i) \geq D_{\text{гр}} \quad (6.7),$$

где $D_{\text{гр}}$ — минимально возможная доходность портфеля оптовых закупок товаров.

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i v_i \alpha_i}{F} \leq 1 \quad (6.8)$$

Ограничение (6.8) является следствием ограничения (6.2), если поделить обе части неравенства (6.2) на F .

$$x_i v_i \leq \int_0^T V_i(t) dt, i=1,2,\dots,n \quad (6.9),$$

где $V_i(t)$ — интенсивность розничных продаж товара i при цене $\bar{\gamma}_i$.

$$0 \leq x_i \leq \frac{V_i}{v_i}, x_i \in Z^+ \quad (6.10),$$

где $\frac{V_i}{v_i}$ — количество минимальных партий оптовой продажи товара i на складе.

Рассмотрим пример формирования оптимального портфеля оптовых закупок. Будем определять доходность актива i (величина d_i) по формуле:

$$d_i = \frac{\gamma_i - \alpha_i}{\alpha_i}, i=1,2,\dots,n$$

Далее необходимо сформировать портфель оптовых закупок инновационного вентиляционного оборудования трех видов — канальных вентиляторов, шумоглушителей и фреоновых охладителей. Объем спроса на данные товары за период $(0, T)$ составляет соответственно 100 ед., 120 ед. и 150 ед. Цена оптовых закупок соответственно равна 5300 руб. за единицу первого товара, 3300 руб. — за единицу второго товара и 15 000 руб. — за единицу третьего товара. Будущая розничная цена товаров γ_i (в рублях) задается как случайная величина с помощью табл. 6.1.

Таблица 6.1

Розничные цены товаров, руб.

Вероятности	Канальный вентилятор	Шумоглушитель	Фреоновый охладитель
$\frac{1}{2}$	5900	3700	17000
$\frac{1}{3}$	5600	3650	16500
$\frac{1}{6}$	5500	3400	16200

Минимальная партия закупки товаров $v_1 = v_2 = v_3 = 10$ ед.

Объем оборотных средств предприятия F составляет 4 млн руб.

Объем товаров, имеющих в наличии на оптовом складе соответственно равен: $V_1 = 200$ ед., $V_2 = 300$ ед., $V_3 = 90$ ед.

Рассчитаем математическое ожидание розничных цен на товары i :

$$\bar{\gamma}_1 = 5900 \cdot \frac{1}{2} + 5600 \cdot \frac{1}{3} + 5500 \cdot \frac{1}{6} = 5733,3$$

$$\bar{\gamma}_2 = 3700 \cdot \frac{1}{2} + 3650 \cdot \frac{1}{3} + 3400 \cdot \frac{1}{6} = 3633,3$$

$$\bar{\gamma}_3 = 17000 \cdot \frac{1}{2} + 16500 \cdot \frac{1}{3} + 16200 \cdot \frac{1}{6} = 16700$$

Рассчитаем доходности по каждому виду товаров (табл. 6.2):

$$d_1^1 = \frac{5900 - 5300}{5300} = 0,11$$

$$d_1^2 = \frac{5600 - 5300}{5300} = 0,05$$

$$d_1^3 = \frac{5500 - 5300}{5300} = 0,03$$

$$d_2^1 = \frac{3700 - 3300}{3300} = 0,12$$

$$d_2^2 = \frac{3650 - 3300}{3300} = 0,11$$

$$d_2^3 = \frac{3400 - 3300}{3300} = 0,03$$

$$d_3^1 = \frac{17000 - 15000}{15000} = 0,13$$

$$d_3^2 = \frac{16500 - 15000}{15000} = 0,10$$

$$d_3^3 = \frac{16200 - 15000}{15000} = 0,08$$

Таблица 6.2

Доходность товаров

Вероятности	Канальный вентилятор	Шумоглушитель	Фреоновый охладитель
$\frac{1}{2}$	0,11	0,12	0,13
$\frac{1}{3}$	0,05	0,11	0,10
$\frac{1}{6}$	0,03	0,03	0,08

Далее на основе табл. 6.2 сделаем необходимые расчеты, т.е. определим δ_1^2 , δ_2^2 , δ_3^2 и cov_{12} , cov_{13} , cov_{23} .

Вычислим математическое ожидание \bar{d}_i доходностей товаров:

$$\bar{d}_1 = 0,11 \cdot \frac{1}{2} + 0,05 \cdot \frac{1}{3} + 0,03 \cdot \frac{1}{6} = 0,08$$

$$\bar{d}_2 = 0,12 \cdot \frac{1}{2} + 0,11 \cdot \frac{1}{3} + 0,03 \cdot \frac{1}{6} = 0,10$$

$$\bar{d}_3 = 0,13 \cdot \frac{1}{2} + 0,10 \cdot \frac{1}{3} + 0,08 \cdot \frac{1}{6} = 0,11$$

Вычислим дисперсии доходностей $\delta_1^2, \delta_2^2, \delta_3^2$:

$$\delta_1^2 = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l)^2 P_l = (0,08 - 0,11)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,08 - 0,03)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00117$$

$$\delta_2^2 = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_2 - d_2^l)^2 P_l = (0,10 - 0,12)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,10 - 0,11)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,10 - 0,03)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00105$$

$$\delta_3^2 = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_3 - d_3^l)^2 P_l = (0,11 - 0,13)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,11 - 0,10)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,11 - 0,08)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00038$$

Вычислим значения и $\text{cov}_{12}, \text{cov}_{13}, \text{cov}_{23}$:

$$\text{cov}_{12} = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l) \cdot (\bar{d}_2 - d_2^l) \cdot P_l =$$

$$= (0,08 - 0,11) \cdot (0,10 - 0,12) \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05) \cdot (0,1 - 0,11) \cdot \frac{1}{3} + (0,08 - 0,03) \cdot (0,1 - 0,03) \cdot \frac{1}{6} = 0,00078$$

$$\text{cov}_{13} = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l) \cdot (\bar{d}_3 - d_3^l) \cdot P_l =$$

$$(0,08 - 0,11) \cdot (0,11 - 0,13) \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05) \cdot (0,11 - 0,1) \cdot \frac{1}{3} + (0,08 - 0,03) \cdot (0,11 - 0,08) \cdot \frac{1}{6} = 0,00065$$

$$\text{cov}_{23} = \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_2 - d_2^l) \cdot (\bar{d}_3 - d_3^l) \cdot P_l =$$

$$= (0,1 - 0,12) \cdot (0,11 - 0,13) \cdot \frac{1}{2} + (0,1 - 0,11) \cdot (0,11 - 0,1) \cdot \frac{1}{3} + (0,1 - 0,03) \cdot (0,11 - 0,08) \cdot \frac{1}{6} = 0,00052$$

Сформируем в численном виде модель (6.6–6.10) для рассматриваемого примера:

$$0,00117 \cdot \left(\frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4000000} \right)^2 + 0,00105 \cdot \left(\frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4000000} \right)^2 + 0,00038 \cdot \left(\frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4000000} \right)^2 + 2 \times \\ \times 0,00078 \cdot \frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4000000} \cdot \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4000000} + 0,00065 \cdot \frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4000000} \cdot \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4000000} + \\ + 0,00052 \cdot \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4000000} \cdot \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4000000} \rightarrow \min$$

Определим значение граничной доходности портфеля как $D_{\text{пр}} = 250000$.

$$x_1 \cdot 10 \cdot (5733,3 - 5300) + x_2 \cdot 10 \cdot (3633,3 - 3300) + x_3 \cdot 10 \cdot (16700 - 15000) \geq 250000$$

$$\frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4000000} + \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4000000} + \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4000000} \leq 1$$

$$x_1 \cdot 10 \leq 100 \Rightarrow x_1 \leq 10$$

$$x_2 \cdot 10 \leq 120 \Rightarrow x_2 \leq 12$$

$$x_3 \cdot 10 \leq 150 \Rightarrow x_3 \leq 15$$

$$0 \leq x_1 \leq \frac{200}{10} = 20$$

$$0 \leq x_2 \leq \frac{300}{10} = 30$$

$$0 \leq x_3 \leq \frac{90}{10} = 9; x_i \in Z^+$$

где Z^+ — множество целых положительных чисел.

Объединяя (6.9) и (6.10), можно записать ограничения на число закупаемых партий товаров в следующем виде:

$$x_1 \leq 10; x_2 \leq 12; x_3 \leq 9; x_i \in Z^+$$

Решением данной задачи с использованием программы «Поиск решений» является следующий план закупок товаров: 10 партий канальных вентиляторов, 12 партий шумоглушителей и 9 партий фреоновых охладителей. При этом дисперсия доходности данной производственной программы будет равна 0,000187463, а доходность данного портфеля составит 236 326 руб.

6.4. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК

Рассмотрим ситуацию, когда цены на продаваемые товары существенно зависят от накопленной инфляции на периоде времени $(0, T)$. В подобном случае задача выбора оптимального портфеля оптовых закупок может быть сформирована следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \int_0^T \mu_i(t) \gamma_i(t) dt + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \right] \rightarrow \max \quad (6.11)$$

где $\mu_i(t)$ — интенсивность продаж товара вида i в момент времени t ; $\gamma_i(t)$ — розничная цена товара вида i в момент времени t .

Далее будем считать, что цена $\gamma_i(t)$ зависит от инфляции и эту зависимость можно определить следующим образом:

$$\gamma_i(t) = \gamma_i(0) + \gamma_i(0) \cdot \xi(t) \cdot n_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.12)$$

где $\xi(t)$ — величина накопленной инфляции в долях к моменту времени t ;

n_i — коэффициент, отражающий интенсивность роста цен на товар вида i от накопленной инфляции.

$$\sum_{i=1}^n x_i v_i \alpha_i \leq F \quad (6.13)$$

$$\mu_i(t) \leq V_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.14)$$

Ограничение (6.14) означает, что интенсивность продаж товара i не может быть выше интенсивности спроса на этот товар.

$$\int_0^T v_i(t) dt \geq x_i v_i \quad (6.15)$$

$$0 \leq x_i \leq k_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.16)$$

$$k_i = \frac{v_i}{v_i} \quad (6.17)$$

$$x_i \in Z^+ \quad (6.18)$$

В оптимизационной модели (6.11–6.18) будем полагать, что накопленная инфляция $\xi(t)$ — неубывающая функция времени, т.е. $\frac{d\xi(t)}{dt} \geq 0, \forall t \in (0, T)$. Рассмотрим вычислительную схему метода

ветвей и границ для определения оптимального портфеля в данной модели.

Вычисление верхней оценки оптимального значения целевой функции (6.11). Определим минимальный интервал времени (τ^i, T) , за который можно продать одну партию товара i , из следующего соотношения:

$$\int_{\tau_m^i}^T v_i(t) dt = v_i \quad (6.19),$$

где $v_i(t)$ — интенсивность спроса на товар вида i в момент времени t . Далее определим максимальный объем выручки V_{\max}^i при реализации одной партии товара вида i :

$$V_{\max}^i = \int_{\tau_m^i}^T v_i(t) \gamma_i(t) dt$$

Определим максимальную доходность каждого товара, продаваемого в розницу, по следующей формуле:

$$d_i = \frac{V_{\max}^i}{\alpha_i v_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Перенумеруем товары в порядке убывания доходности d_i , т.е. $d_1 \geq d_2 \geq \dots, d_n$.

Вычислим верхнюю оценку целевой функции (6.11), используя следующий алгоритм. Вначале закупаем товары первого вида в объеме W_1 :

$$W_1 = \min \left\{ V_1; \int_0^T v_1(t) dt \right\}$$

где V_1 — объем товара на складе;

$v_1(t)$ — интенсивность спроса на товар i на периоде $(0; T)$.

Если денег достаточно, чтобы купить товар 1 в объеме W_1 , то переходим к товару 2, если недостаточно, то закупаем максимально возможное количество товара 1 \tilde{W}_1 :

$$\tilde{W}_1 = \min \left\{ V_1; \int_0^T v_1(t) dt; \frac{F}{\alpha_1} \right\},$$

где α_1 — оптовая цена товара. В этом случае оптимальный портфель наибольшей доходности сформирован.

Если деньги остались после закупки товара первого вида в объеме W_1 , то переходим к приобретению товара 2 в объеме

$$W_2 = \min \left\{ V_2; \int_0^T v_2(t) dt; \frac{F - W_1 \alpha_1}{\alpha_2} \right\}.$$

Если денег осталось после приобретения товара 2, то переходим к товару 3, используя ту же стратегию максимизации объема приобретения этого товара, т.е.

$$W_3 = \min \left\{ V_3; \int_0^T v_3(t) dt; \frac{F - W_1 \alpha_1 - W_2 \alpha_2}{\alpha_3} \right\}.$$

Продолжая эту процедуру закупок, в итоге мы придем к одной из следующих ситуаций.

По всем видам товаров закуплен максимально возможный объем. В этом случае верхняя оценка получается путем вычисления выручки от товара плюс остаток оборотных средств.

Для того чтобы определить выручку от закупки товаров в объемах W_i , необходимо определить розничную цену по каждому их виду. В качестве максимальной розничной цены при продаже одной партии товара вида i выберем цену γ_i^{\max} , вычисленную по следующей формуле:

$$\gamma_i^{\max} = \frac{V_{\max}^i}{v_i}$$

Таким образом, γ_i^{\max} определяется как максимально возможная выручка при продаже одной минимальной партии товара вида i , деленная на объем этой партии. Далее вычисляется F_B по следующей формуле:

$$F_B = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \gamma_i^{\max} + \left[F - \sum_{i=1}^n W_i \cdot \alpha_i \right]$$

Для вида товара l ($1 \leq l \leq n$)

$$W_l = \min \left\{ V_l; \int_0^T v_l(t) dt; \frac{F - \sum_{i=1}^l W_i \alpha_i}{\alpha_l} \right\} = \frac{F - \sum_{i=1}^l W_i \alpha_i}{\alpha_l}$$

Все оборотные средства израсходованы.

Это значит, что на товар вида l потрачен весь остаток денежных средств, и в этом случае F_B вычисляется по следующей формуле:

$$F_B = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \gamma_i^{\max}$$

Вычисление нижней оценки.

Нижняя оценка F_H может вычисляться путем выбора целочисленного портфеля по правилу: вначале покупается максимальное количество партий первого товара, затем на остаток денежных средств — максимальное количество партий второго товара и т.д., пока не будут закуплены все виды товаров или не закончатся деньги.

Отметим, что в отличие от процедуры формирования F_B , при вычислении F_H рассматриваются только целочисленные допустимые портфели. После того как закуплены товары по предложенной схеме в объеме W_1^H, \dots, W_n^H , вычислим минимальный отрезок времени (τ_{\min}^i, T) , за который эти товары могут быть проданы в розницу, по следующей формуле:

$$\int_{\tau_{\min}^i}^T v_i(t) dt = W_i^H, i = 1, 2, \dots, n$$

Нижняя оценка целевой функции (6.18) вычисляется следующим образом:

$$F_H = \sum_{i=1}^n \int_{\tau_{\min}^i}^T v_i(t) \gamma_i(t) dt + \left[F - \sum_{i=1}^n W_i^H \alpha_i \right]$$

Расчет текущих верхних оценок в ситуации, когда товары приобретены оптом в объемах $\tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_n$, осуществляется по следующей формуле:

$$F_B^{\text{тек}} = \sum_{i=1}^n \int_{\tau_{\max}^i}^T v_i(t) \gamma_i(t) dt + F_B(V / \tilde{W})$$

где τ_{\max}^i вычисляется исходя из соотношения:

$$\int_{\tau_{\max}^i}^T v_i(t) dt = \tilde{W}_i, i = 1, 2, \dots, n$$

$F_B(V / \tilde{W})$ — это верхняя оценка целевой функции (6.11) при условии, что первоначальный объем товара на складе был задан как $V = (V_1, \dots, V_n)$. Объем уже закупленных товаров равен $\tilde{W} = (\tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_n)$, и вычисление $F_B(V / \tilde{W})$ осуществляется, когда остаток оборотного капитала F^* равен $F^* = F - \sum_{i=1}^n \alpha_i \tilde{W}_i$.

Определив способы вычисления верхней, нижней и текущих верхних оценок, дадим описание метода ветвей и границ для решения задачи (6.11–6.18):

1. Вычисление верхней оценки F_B .
2. Вычисление нижней оценки F_H .

Если $F_B = F_H$, то решение задачи (6.11–6.18) получено, если $F_H < F_B$, то переходим к пункту 3.

Формирование следующего допустимого портфеля и вычисление текущих верхних оценок при включении в портфель очередной партии товара, приобретаемого оптом. Вычисляемая оценка $F_B^{\text{тек}}(\tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_n)$ сравнивается с F_H , и если $F_B^{\text{тек}}(\tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_n) \leq F_H$, то переходим к формированию нового допустимого портфеля оптовых закупок. Если $F_B^{\text{тек}}(\tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_n) > F_H$, то выбирается очередная партия товара для оптовых закупок и включается в портфель. В результате этой процедуры либо будет отбракован формируемый портфель, либо будет сформирован новый допустимый портфель, значение целевой функции на котором больше F_H . В этом случае F_H принимает значение F^* .

Если новое значение $F_H = F_B$, то оптимальный портфель оптовых закупок определен. В противном случае переходим к анализу очередного допустимого портфеля оптовых закупок. Если в результате анализа всех возможных допустимых портфелей F_H останется меньше F_B , то в качестве оптимального портфеля будет выбран тот, который соответствует последнему (максимальному) значению F_H .

Рассмотрим пример вычисления верхней и нижней оценок, используемых в методе ветвей и границ, для динамической модели

оптимизации портфеля оптовых закупок (6.11–6.18). Пусть торговая фирма создает портфель оптовых закупок инновационного вентиляционного оборудования на один месяц. В портфель снова войдут товары трех видов — канальные вентиляторы, шумоглушители и фреоновые охладители. При этом каждый вид товара имеет следующие характеристики.

Канальные вентиляторы. На оптовом складе имеется 200 единиц этого товара, т.е. $V_1 = 200$; минимальная партия оптовых закупок по этому товару — $v_1 = 30$ ед. Интенсивность спроса на канальные вентиляторы составляет 10 единиц в день на протяжении всего месяца, то есть $v_1(t) = 10 \frac{\text{ед.}}{\text{день}}$; оптовая цена данного товара за единицу — 5300 руб., т.е. $\alpha_1 = 5300$ руб./ед.; розничная цена за единицу товара первого вида $\gamma_1(t)$ в начале месяца составляет 5900 руб., т.е. $\gamma_1(0) = 5900$ руб./ед., далее она растет с учетом накопленной инфляции.

Шумоглушители. На оптовом складе имеется 300 единиц этого товара, т.е. $V_2 = 300$; минимальная партия оптовых закупок — $v_2 = 60$ ед. Интенсивность спроса на товар данного вида составляет 15 единиц в день на протяжении всего месяца, т.е. $v_2(t) = 15$ ед./день; оптовая цена шумоглушителей за единицу — 2700 руб., т.е. $\alpha_2 = 2700$ руб./ед.; розничная цена за единицу товара данного вида в начале месяца — 3700 руб., т.е. $\gamma_2(0) = 3700$ руб./ед. Далее розничная цена шумоглушителей растет с учетом накопленной инфляции.

Фреоновые охладители. На оптовом складе имеется 120 единиц этого товара, т.е. $V_3 = 90$; минимальная партия оптовых закупок — $v_3 = 40$ ед. Интенсивность спроса на фреоновые охладители составляет 20 единиц в день на протяжении всего месяца, т.е. $v_3(t) = 20$ ед./день; оптовая цена товара данного вида за единицу — 25 000 руб., таким образом, $\alpha_3 = 25\,000$ руб./ед.; розничная цена за единицу фреонового охладителя в начале месяца составляет 30 000 руб., т.е. $\gamma_3(0) = 30\,000$ руб./ед., затем она также растет с учетом накопленной инфляции.

Оборотные средства торговой фирмы составляют 3,5 млн руб. Рассмотрим пример вычисления оценок при решении задачи (6.11–6.18). Будем считать, что накопленная инфляция растет линейно относительно времени, т.е. $\xi(t) = \xi_0 + k \cdot t$. С учетом формулы (6.12) и предполагая, что в начальный момент времени накопленная инфляция равна 0, получим формулу розничной цены на товары $\gamma_i(t)$ в момент времени t :

$$\gamma_i(t) = \gamma_i(0) + \gamma_i(0) \cdot k \cdot t \cdot n_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Определим $\tau_m^i (i = 1, 2, 3)$:

$$\int_{\tau_m^1}^T 10 \frac{\text{ед.}}{\text{день}} dt = 30$$

Следовательно, $\tau_m^1 = 27$, при условии, что $T = 30$. Аналогично определяем τ_m^2 :

$$\int_{\tau_m^2}^T 15 \frac{\text{ед.}}{\text{день}} dt = 60$$

Следовательно, $\tau_m^2 = 26$. Определяем τ_m^3 из соотношения:

$$\int_{\tau_m^3}^T 20 \frac{\text{ед.}}{\text{день}} dt = 40$$

Следовательно, $\tau_m^3 = 28$.

Пусть $n_i = 1, I = 1, 2, 3$. Месячный темп накопленной инфляции составляет 1% (0,01 в долях). Таким образом, $k = 0,01/30$ — накопленная инфляция за день.

Определим максимальный объем выручки от продажи в розницу минимальной оптовой партии каждого вида товара. Для канальных вентиляторов:

$$V_{\max}^1 = \int_{27}^{30} 10 \cdot \left(5900 + 5900 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 178681,5$$

Для шумоглушителей:

$$V_{\max}^2 = \int_{26}^{30} 15 \cdot \left(3700 + 3700 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 168081,75$$

Для фреоновых охладителей:

$$V_{\max}^3 = \int_{28}^{30} 20 \cdot \left(30000 + 30000 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 1211600$$

Далее определим максимальную цену розничных продаж, исходя из формулы:

$$\gamma_i^{\max} = \frac{V_{\max}^i}{v_i}, i = 1, 2, 3,$$

где γ_i^{\max} — максимально возможная розничная цена на товар вида i с учетом инфляции;

V_{\max}^i — максимально возможная выручка от розничной продажи одной минимальной партии товара вида i с учетом инфляции;

v_i — минимальный объем закупки товара вида i оптом.

$$\gamma_1^{\max} = \frac{178681,5}{30} = 5956,05 \text{ руб.}$$

$$\gamma_2^{\max} = \frac{168081,75}{60} = 2801,36 \text{ руб.}$$

$$\gamma_3^{\max} = \frac{1211600}{40} = 30290 \text{ руб.}$$

Определим максимальные доходности каждого вида товаров по формуле:

$$d_i = \frac{V_{\max}^i}{\alpha_i v_i}$$

$$d_1 = \frac{178681,5}{30 \cdot 5300} = 1,124$$

$$d_2 = \frac{168081,75}{60 \cdot 2700} = 1,037$$

$$d_3 = \frac{1211600}{40 \cdot 25000} = 1,212$$

Таким образом, наиболее доходными являются фреоновые охладители, далее идут канальные вентиляторы, а наименее доходным товаром являются шумоглушители.

Вычислим объем спроса на каждый вид товара на один месяц по следующей формуле:

$$V_{\text{сп}}^i = \int_0^T v_i(t) dt$$

где $V_{\text{сп}}^i$ — суммарный спрос на товар вида i за один месяц; $v_i(t)$ — интенсивность спроса на товар вида i .

$$V_{\text{сп}}^1 = \int_0^{30} 10 dt = 300 \text{ ед}$$

$$V_{\text{сп}}^2 = \int_0^{30} 15 dt = 450 \text{ ед}$$

$$V_{\text{сп}}^3 = \int_0^{30} 20 dt = 600 \text{ ед}$$

Сформируем верхнюю оценку целевой функции (6.11) задачи (6.11–6.18) согласно описанию метода ветвей и границ. Учитывая, что наиболее доходными являются фреоновые охладители, закупим товар данного вида в объеме:

$$W_3 = \min \left\{ V_3; \int_0^T v_3(t) dt; \frac{F}{\alpha_3} \right\} = \{120; 600; 140\} = 120$$

Таким образом, после закупки фреоновых охладителей остаток денежных средств составит:

$$F_1 = 3500000 - 120 \cdot 25000 = 500000 \text{ руб.}$$

Далее переходим к закупке канальных вентиляторов. Определим объем данного вида товара, приобретаемого оптом:

$$W_1 = \min \left\{ V_1; \int_0^T v_1(t) dt; \frac{\Delta F_1}{\alpha_1} \right\} = \left\{ 200; 300; \frac{500000}{5300} \right\} = 94,33$$

Таким образом, после оптовой закупки канальных вентиляторов деньги закончились. Следовательно, верхняя оценка целевой функции в модели (6.11–6.18) будет равна:

$$F_b = 120 \cdot 30290,00 + 94,33 \cdot 5956,05 = 3634800 + 561834,19 = 4196634,19 \text{ руб.}$$

Нижняя оценка целевой функции (6.11–6.18) может быть вычислена путем формирования какого-либо целочисленного портфеля и вычисления значения целевой функции на нем. В качестве такого портфеля выберем следующий.

Закупим фреоновые охладители в объеме 120 единиц, т.е. три минимальные оптовые партии ($v_1 = 40$), и канальные вентиляторы в объеме 90 единиц, т.е. также три минимальные оптовые партии ($v_3 = 30$). После приобретения товаров оптом в указанных количествах остаток оборотных средств ΔF_1 составит следующую величину:

$$\Delta F_1 = 3500000 - 120 \cdot 25000 - 90 \cdot 5300 = 23000 \text{ руб.}$$

Учитывая, что на оставшуюся сумму ни один товар не может быть закуплен, сформируем численно оценку F_n :

$$F_{\text{сп}} = 120 \cdot 30290,00 + 90 \cdot 5956,05 + 23000 = 4193844,5 \text{ руб.}$$

$F_n < F_b$, следовательно, согласно рассмотренному алгоритму, необходимо перейти к анализу следующего допустимого портфеля.

6.5. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрим программное средство для решения задачи поиска оптимального портфеля оптовых закупок предприятия розничной торговли [71]. Работа программного средства будет продемонстрирована на практическом примере поиска оптимального портфеля оптовых закупок вентиляционного оборудования.

Разработанный для данного инструментального средства алгоритм, базирующийся на методе ветвей и границ, позволяет значительно сократить время поиска оптимального решения за счет от-

сева в процессе поиска подмножеств решений, которые заведомо не содержат оптимального решения задачи.

6.5.1. Функциональная модель

Далее рассмотрим функциональную модель, описывающую структуру системы определения оптимального портфеля оптовых закупок торговой фирмы, созданную на основе графической нотации IDEF0 при помощи CASE-средства AllFusion Process Modeler r7.

На рисунке 6.1 представлена контекстная диаграмма процесса поиска оптимального портфеля оптовых закупок.



Рис. 6.1. Контекстная диаграмма процесса «Поиск оптимального портфеля оптовых закупок»

В процессе поиска используются данные об имеющихся у оптовых поставщиков товарах (оптовая цена единицы товара, объем товара на складе, объем минимальной партии товара при оптовой закупке и т.д.) и данные об имеющемся у предприятия объеме оборотных средств. Менеджер по закупкам, решающий задачу поиска оптимального портфеля, руководствуется нормативно-справочной информацией (нормативными документами, регулирующими деятельность торговой фирмы, такими, как законы, инструкции, лицензии). Также он опирается на алгоритмы и вычислительные схемы анализа поступающих на вход данных (например, на вычислительную схему метода ветвей и границ, описанную выше) и учитывает принятую предприятием политику в сфере оптовых закупок. Выходной информацией являются результаты поиска оптимального портфеля — сформированный оптимальный портфель оптовых закупок или констатация отсутствия решения задачи

в случае, если при заданных входных данных и применяемых алгоритмах поиск не дает приемлемого для фирмы результата.

Процесс поиска оптимального портфеля включает три основных пункта (рисунок 6.2): определение ограничений, учитываемых при поиске оптимального портфеля, проведение анализа допустимых портфелей оптовых закупок и оценка результатов анализа с точки зрения политики предприятия в сфере оптовых закупок.



Рис. 6.2. Детализация процесса «Поиск оптимального портфеля оптовых закупок»

В рамках первого пункта менеджер осуществляет формулировку ряда ограничений, которые учитываются при последующем анализе — например, ограничения, отражающие существующий спрос на рассматриваемые виды товаров.

На следующем этапе менеджер, руководствуясь принятыми алгоритмами и вычислительными схемами анализа имеющихся данных, осуществляет анализ допустимых, т.е. удовлетворяющих сформулированным ранее ограничениям, портфелей оптовых закупок.

На последнем этапе осуществляется оценка полученных результатов анализа с точки зрения политики предприятия в сфере оптовых закупок. В рамках данного блока менеджер должен рассмотреть, насколько полученные результаты согласуются с текущими целями и приоритетами фирмы. Например, выгода от реализации портфеля оптовых закупок, полученного в результате применения определенных алгоритмов, может быть сравнительно небольшой, и в конкретной экономической ситуации может оказаться целесообразнее направить финансовые ресурсы на осуществление других проектов.

На основе данной функциональной модели было разработано программное средство для решения задачи нахождения оптимального портфеля оптовых закупок торгового предприятия.

6.5.2. Функциональное назначение программного средства

Рассматриваемое программное средство предназначено для решения задачи нахождения оптимального портфеля оптовых закупок торгового предприятия, при этом используемый в программном средстве алгоритм базируется на описанной выше вычислительной схеме метода ветвей и границ.

Программное средство имеет следующие особенности.

Имеется возможность использовать усеченный метод ветвей и границ при решении оптимизационной задачи.

Отличительная особенность данного метода заключается в том, что каждый раз при анализе очередного полностью сформированного портфеля оптовых закупок происходит вычисление величины $F_B - F_B^{\text{тек}}$, где F_B — значение верхней оценки для оптимального значения целевой функции на формируемом портфеле оптовых закупок, $F_B^{\text{тек}}$ — значение текущей верхней оценки целевой функции на формируемом портфеле оптовых закупок. Далее данная величина сравнивается с заданным пользователем значением точности решения оптимизационной задачи δ . Если $\delta \geq F_B - F_B^{\text{тек}}$, то решение считается найденным с необходимой степенью точности.

В значительном числе случаев, чем выше значение величины δ , тем менее точным окажется найденное решение и тем меньше времени алгоритм затратит на его поиск.

Таким образом, осуществляя настройку точности решения, пользователь имеет возможность управлять скоростью решения задачи.

В процессе поиска решения задачи учитывается ряд ограничений, связанных с:

- 1) имеющимся у предприятия объемом оборотных средств;
- 2) существующим на рассматриваемом периоде времени объемом спроса на реализуемый в розничной продаже товар;
- 3) имеющемся запасом товара на складе оптового поставщика;
- 4) установленным объемом минимальной партии товара при оптовой закупке.

Имеется встроенная подсистема, позволяющая осуществлять проверку корректности вводимых пользователем данных.

6.5.3. Принцип действия алгоритма

Принципиальная блок-схема алгоритма, реализованного в программном средстве, изображена на рисунке 6.3.

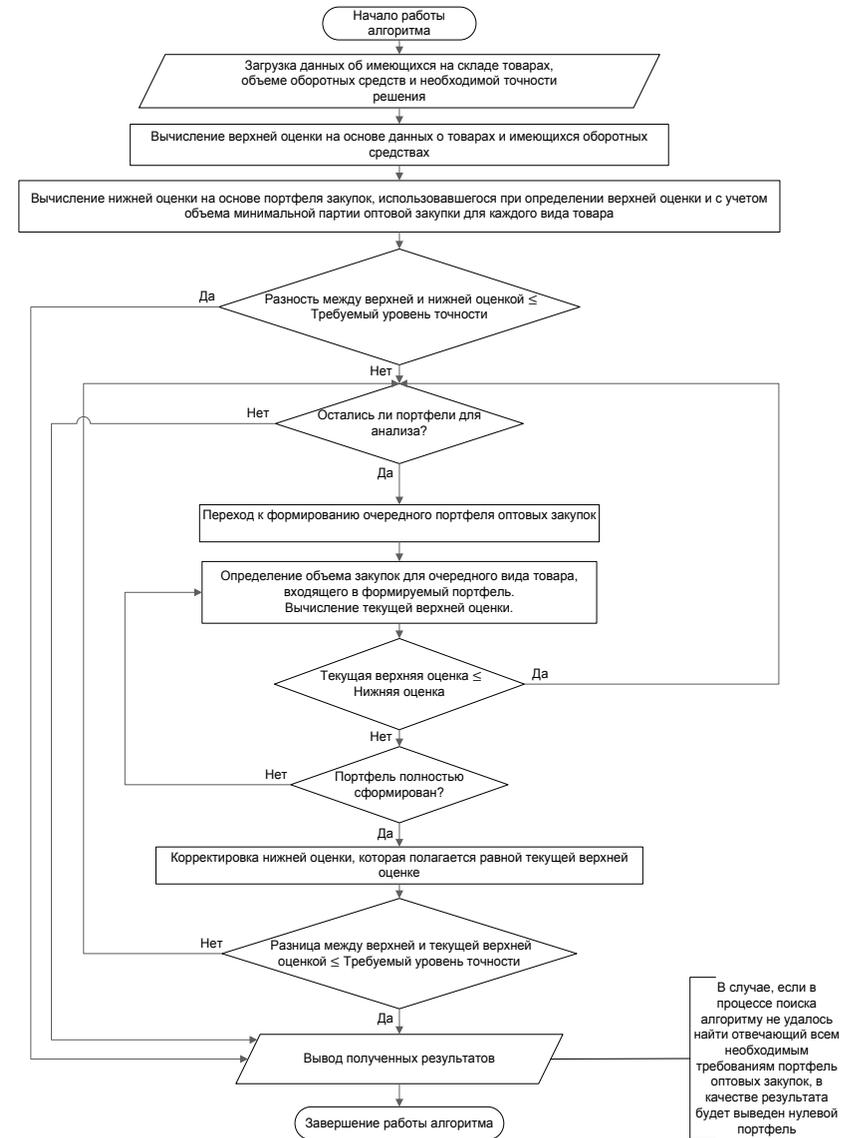


Рис. 6.3. Блок-схема алгоритма нахождения оптимального портфеля оптовых закупок

На первом этапе работы алгоритма после загрузки необходимых данных осуществляется вычисление верхней и нижней оценок по формулам, представленным выше.

Далее вычисляется разность между верхней и нижней оценкой. В случае, если эта разность не превышает требуемую степень точности решения, заданную пользователем, то в качестве результата работы алгоритма выводится допустимое решение, сформированное при вычислении нижней оценки, и алгоритм завершает свою работу. В противном случае алгоритм осуществляет проверку, остались ли еще портфели оптовых закупок, которые можно проанализировать. Если перейти к формированию очередного портфеля невозможно, то решение с требуемой степенью точности получено быть не может, и алгоритм завершает работу, отобразив в качестве результата нулевой портфель закупок. Иначе происходит переход к формированию очередного портфеля: определяется объем закупок для очередного вида товара, входящего в портфель, после чего вычисляется текущая верхняя оценка целевой функции.

Если текущая верхняя оценка оказывается меньше либо равна нижней оценке, то формирование рассматриваемого портфеля прекращается и, если еще остались портфели для анализа, осуществляется переход к формированию следующего портфеля, или же, если все портфели рассмотрены, алгоритм завершает свою работу и в качестве результата выводится нулевой портфель.

Если текущая верхняя оценка оказывается больше нижней оценки, то процесс формирования портфеля продолжается до тех пор, пока он не будет полностью сформирован, или же текущая верхняя оценка при очередной проверке не окажется меньше либо равна нижней оценке. В случае, если портфель полностью сформирован, осуществляется корректировка нижней оценки, которая становится равной текущей верхней оценке.

Далее вычисляется разность между верхней и текущей верхней оценкой. Если она не превышает требуемый уровень точности, то оптимальное решение считается полученным, и алгоритм выводит в качестве результата найденный оптимальный портфель оптовых закупок. Если же эта разность превышает требуемый уровень точности, то вновь осуществляется переход к формированию и анализу следующего портфеля оптовых закупок, или же, если все портфели рассмотрены, алгоритм завершает свою работу и выводит в качестве результата нулевой портфель.

6.5.4. Программная реализация

Для иллюстрации применения разработанного инструментального средства, реализованного на языке Visual Basic for Application, рассмотрим следующий пример.

Торговая фирма формирует портфель оптовых закупок вентиляционного оборудования, в который войдут товары трех видов —

канальные вентиляторы, шумоглушители и фреоновые охладители. При этом каждый вид товара имеет следующие характеристики.

Канальные вентиляторы.

На оптовом складе имеется 200 единиц этого товара, минимальная партия оптовых закупок по этому товару составляет 30 единиц. Объем спроса за период планирования равен 150 единицам. Оптовая цена данного товара за единицу составляет 5300 руб., розничная цена за единицу товара составляет 5900 руб.

Шумоглушители.

На оптовом складе имеется 300 единиц этого товара, минимальная партия оптовых закупок по этому товару составляет 60 единиц. Объем спроса за период планирования равен 320 единицам. Оптовая цена шумоглушителей за единицу составляет 2700 руб., розничная цена за единицу товара данного вида составляет 3700 руб.

Фреоновые охладители.

На оптовом складе имеется 120 единиц этого товара, минимальная партия оптовых закупок по данному типу товара составляет 60 единиц. Объем спроса за период планирования равен 90 единицам. Оптовая цена товара данного вида за единицу составляет 25000 руб., розничная цена за единицу фреонового охладителя составляет 30000 руб.

Оборотные средства торговой фирмы составляют 3,5 млн руб.

Найдем оптимальный портфель оптовых закупок и соответствующую этому портфелю прибыль предприятия с помощью рассматриваемого инструментального средства.

После запуска программы на экране отобразится главная форма, представленная на рисунке 6.4.

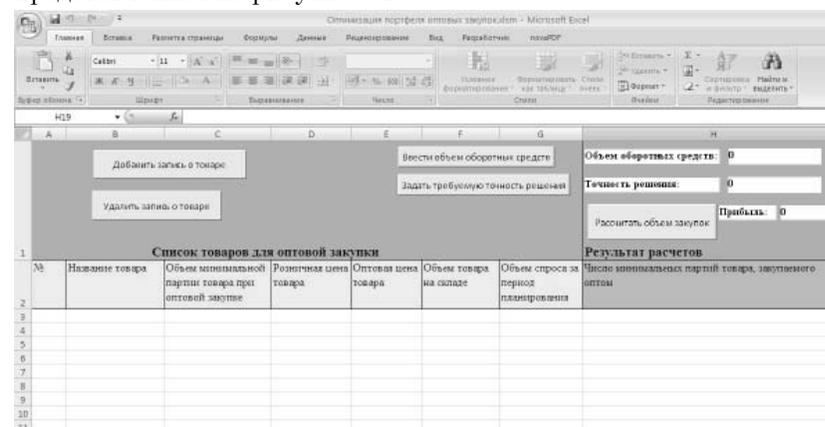


Рис. 6.4. Главная форма программы

Сформируем список товаров для оптовой закупки, нажав на кнопку «Добавить запись о товаре» и заполнив соответствующую форму для каждого вида товара (рисунок 6.5).

Рис. 6.5. Форма добавления записи о новом виде товара

Главная форма программы после ввода данных обо всех имеющихся видах товаров представлена на рисунке 6.6.

№	Название товара	Объем минимальной партии товара при оптовой закупке	Розничная цена товара	Оптовая цена товара	Объем товара на складе	Объем спроса за период планирования
1	Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150
2	Шумоглушитель	60	3700	2700	300	320
3	Фурочный складчатый	60	30000	25000	120	90

Рис. 6.6. Главная форма программы после формирования списка товаров

После составления списка товаров для оптовой закупки введем в программу имеющийся у предприятия объем оборотных средств, который может быть израсходован на приобретение вентиляционного оборудования, нажав на кнопку «Ввести объем оборотных средств» и заполнив соответствующую форму (рисунок 6.7).

Рис. 6.7. Форма для ввода имеющегося объема оборотных средств

Как уже отмечалось выше, разработанное инструментальное средство позволяет использовать усеченный метод ветвей и границ, давая возможность пользователю осуществить настройку точности решения, и, таким образом, управлять скоростью решения задачи.

Форма задания точности решения представлена на рисунке 6.8.

Рис. 6.8. Форма настройки точности решения

Значение точности решения $\delta = 0$ соответствует наиболее точному решению поставленной задачи. В этом случае программа будет осуществлять поиск портфеля оптовых закупок, для которого выполняется равенство $F_{\text{тек}} = F_{\text{в}}$.

Для начала поиска решения необходимо нажать на кнопку «Рассчитать объем закупок» на главной форме программы. Результат работы инструментального средства представлен на рисунке 6.9.

Список товаров для оптовой закупки							Результат расчетов	
№	Название товара	Объем минимальной партии товара при оптовой закупке	Розничная цена товара	Оптовая цена товара	Объем товара на складе	Объем спроса за период планирования	Число минимальных партий товара, закупленного оптом	Прибыль
1	Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150	0	0
2	Шумоглушитель	60	3700	2700	300	320	0	0
3	Фреоновый охладитель	60	30000	25000	120	90	0	0

Рис. 6.9. Результат работы программы

Поскольку прибыль и сформированный портфель оптовых закупок оказались нулевыми, можно сделать вывод, что решения с заданной степенью точности при данных условиях задачи не существует.

Попробуем задать более мягкие ограничения на точность решения. Введем в программу значение точности решения, равное 110000 и осуществим расчет оптимального портфеля оптовых закупок. Результат работы программы представлен на рисунке 6.10.

Список товаров для оптовой закупки							Результат расчетов	
№	Название товара	Объем минимальной партии товара при оптовой закупке	Розничная цена товара	Оптовая цена товара	Объем товара на складе	Объем спроса за период планирования	Число минимальных партий товара, закупленного оптом	Прибыль
1	Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150	5	5
2	Шумоглушитель	60	3700	2700	300	320	5	5
3	Фреоновый охладитель	60	30000	25000	120	90	1	1

Рис. 6.10. Результат работы программы при более мягких ограничениях

Таким образом, при заданной точности решения и имеющихся ограничениях оптимальный портфель оптовых закупок предполагает приобретение у оптового поставщика 5 партий канальный вентиляторов, 5 партий шумоглушителей и 1 партии фреоновых охладителей. При этом прибыль фирмы от реализации данного портфеля по розничным ценам с учетом существующего спроса и имеющихся издержек составит 4 190 000 руб.

Раздел 7 ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

7.1. ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ПОРТФЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

При принятии решений о выборе объекта инвестирования перед инвестором стоит задача наиболее эффективного использования финансовых средств, которые могут быть направлены на реализацию различных проектов (портфелей проектов), каждый из которых может быть охарактеризован с использованием ряда параметров, например, ожидаемых денежных потоков, *NPV* проекта, длительности реализации, риска проекта, объема требуемых инвестиций и т.д. При этом при оптимизации портфеля проектов следует принимать во внимание ограниченность финансовых ресурсов у инвестора, а также его требования по доходности сформированного портфеля инвестиционных проектов.

Ниже будет представлен ряд моделей, позволяющих инвестору принимать решение о выборе оптимальной структуры портфеля инвестиционных проектов, который удовлетворяет требованиям, выдвигаемым к нему инвестором. Помимо этого будут рассмотрены две ситуации, которые предполагают финансирование проектов либо полностью за счет собственных средств, либо при условии привлечении кредита.

Далее в работе будут рассмотрены следующие ситуации:

1. Формирование портфеля инвестиционных проектов без учета риска.
 - 1.1. Формирование портфеля инвестиционных проектов без возможности привлечения кредитных ресурсов.
 - 1.2. Формирование портфеля инвестиционных проектов с учетом возможности привлечения кредитных ресурсов.
 - 1.3. Определение максимальной ставки по кредиту, которая обеспечивает целесообразность привлечения кредита.
 - 1.4. Формирование портфеля инвестиционных проектов при интервальном задании *NPV* проектов.
2. Формирование портфеля инвестиционных проектов с учетом риска.

Также будут представлены расчетные примеры по каждой из представленных моделей.

7.2. ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ БЕЗ УЧЕТА РИСКА

При решении вопроса о формировании портфеля инвестиционных проектов может учитываться значительное число факторов, например, доходность или риск проекта. В детерминированной постановке задачи учитывается только финансовый результат, который приносит реализация того или иного проекта, которая выражается через чистый приведенный доход:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{a_t - b_t}{(t+k)^t} \quad (7.1)$$

где a_t — входящий денежный поток (доход), который приносит реализация проекта на временном интервале от $t=0$ до T ; b_t — исходящий денежный поток, который обеспечивает реализацию проекта и связан с вложением материальных, финансовых, человеческих и других ресурсов в реализацию проекта, k — ставка дисконтирования.

Результирующий финансовый поток может быть представлен как $c_t = a_t - b_t$, в дальнейшем именно данное обозначение и будет использовано для формализации модели.

Таким образом, данная модель предполагает выбор таких инвестиционных проектов, входящих в портфель, которые бы обеспечивали максимальный суммарный NPV по всем проектам. Основным ограничением в рамках рассматриваемого случая является размер финансовых ресурсов на каждом этапе реализации проекта. Также стоит отметить, что в данном случае у инвестора нет возможности привлечения кредита для финансирования проектов, и их реализация полностью происходит за счет использования собственных средств.

Математическая формализация данной модели выглядит следующим образом:

Целевая функция:

$$\sum_{i=1}^n NPV_i x_i \rightarrow \max \quad (7.2)$$

где n — общее число рассматриваемых проектов.

Данное выражение предполагает формирование такого портфеля инвестиционных проектов, который бы обеспечивал максимальный суммарный NPV по входящим в него проектам

Ограничения модели:

$$\sum_{i=1}^n c_i^t x_i \leq S_t, t = 0, 1, 2, \dots, T \quad (7.3)$$

Здесь $t = \overline{0, T}$, C_t^i — объем потребляемых инвестиционных ресурсов на реализацию проекта i на каждом интервале от 0 до T ; S_t — объем ресурсов, которыми располагает инвестор на каждом интервале от 0 до T .

Данное ограничение демонстрирует, что объем суммарных потребляемых финансовых ресурсов на каждом временном интервале t не превышает объем ресурсов инвестора.

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad (7.4)$$

Данное ограничение означает, что проекты могут финансироваться частично, другими словами являются делимыми.

$$x_i \in \{0, 1\} \quad (7.5)$$

Данное ограничения означает, что проекты являются неделимыми, инвестор может либо принять, либо отказаться от реализации проекта i ($i \in \{1, 2, \dots, n\}$).

7.3. МОДЕЛИ ПОРТФЕЛЕЙ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КРЕДИТА

Представленная выше модель не предполагает привлечение кредитных ресурсов для обеспечения реализации проектов. В случае же, когда возможно использование заемных средств, дополнительно учитываются следующие факторы:

- 1) вводится дополнительная информация об объеме доступных кредитных ресурсов на каждом этапе реализации проектов, а также процентная ставка по каждому из них и срок привлечения;
- 2) рассчитываются финансовые потоки по каждому проекту (кредиту) в каждый из рассматриваемых периодов;
- 3) входящий поток — размер привлеченного кредита;
- 4) исходящий поток — выплата по процентам и основному долгу;
- 5) рассчитывается NPV_k по каждому из кредитов в соответствии с рассчитанными ранее потоками ($k=1, 2, \dots, m$);
- 6) каждый кредит рассматривается как отдельный инвестиционный проект.

Задача принимает следующий вид:

Целевая функция

$$\sum_{i=1}^n NPV_i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m NPV_k \cdot x_k \rightarrow \max \quad (7.6)$$

где n — общее число рассматриваемых проектов, m — общее число доступных кредитов.

Ограничение на объем доступных финансовых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^n c_t^i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m c_t^k \cdot x_k \leq s_t + \sum_{k=1}^m s_t^k \cdot x_k, t = 0, 1, 2, \dots, T \quad (7.7)$$

s_t^k, c_t^k — входящие и исходящие потоки по кредиту k в период t .

$$0 \leq x_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (7.8)$$

Данное ограничение демонстрирует то, что проекты могут финансироваться частично, а кредит может привлекаться только в необходимом размере.

$$x_i \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \dots, n \quad (7.9)$$

При вводе данного ограничения считаем, что проекты являются неделимыми и инвестор может либо принять, либо отказаться от реализации проекта.

Решение данной задачи показывает не только то, какие проекты стоит финансировать и в каком объеме (в непрерывном случае), но и какие кредиты и какого размера необходимо привлечь.

7.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КРЕДИТНОЙ СТАВКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

При постановке задачи с возможностью привлечения кредитных ресурсов возможна оценка максимальной кредитной ставки, при которой целесообразно использование кредита в качестве дополнительного источника финансирования проектов. В этом случае еще на начальном этапе формирования портфеля проектов подобная оценка дает возможность понять приемлемость привлечения кредитов путем сравнения существующих предложений по кредитным ставкам на рынке с полученным значением.

При определении максимально допустимой кредитной ставки необходимо проделать следующие шаги:

1. Рассчитать x_i для ситуации, когда привлечение кредита невозможно, другими словами, выбрать проекты, которые станут объектом финансирования.

2. Найти значение целевой функции для выбранного множества инвестиционных проектов.

3. Найти максимальное значение кредитной ставки путем решения следующей задачи:

$$y \rightarrow \max \quad (7.10)$$

где y — искомая процентная ставка (в долях).

Ограничение на доступные финансовые ресурсы по кредитам должны быть выражены через y

$$\sum_{i=1}^n c_t^i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m c_t^k(y) \cdot x_k \leq s_t + \sum_{k=1}^m s_t^k \cdot x_k, t = 0, 1, 2, \dots, T \quad (7.11)$$

где c_t^i — объем потребляемых финансовых ресурсов по проекту i в момент времени t ; $c_t^k(y)$ — размер выплат по кредиту k в момент времени t , выраженный через размер кредитной ставки y ; s_t^k — размер финансовых поступлений по кредиту k в момент времени t ; m — число кредитов.

Ограничение на доходность формируемого портфеля проектов:

$$\sum_{i=1}^n NPV_i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m NPV_k(y) \cdot x_k \geq \sum_{i=1}^n NPV_i \cdot x_i^* \quad (7.12)$$

где x_i^* — значение, найденное при решении задачи при отсутствии возможности привлечения кредита, а $\sum_{i=1}^n NPV_i \cdot x_i^*$ — значение целевой функции при данном решении.

$$0 \leq x_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (7.13)$$

Данное ограничение демонстрирует, что проекты могут финансироваться частично, а кредит может привлекаться только в необходимом размере.

$$x_i \in \{0, 1\} \quad (7.14)$$

При вводе данного ограничения указывается, что проекты являются неделимыми, инвестор может либо принять, либо отказаться от реализации проекта.

Таким образом, при решении данной задачи определяется максимальное значение процентной ставки, при которой целесообразно финансирование сформированного портфеля инвестиционных проектов за счёт заёмного капитала.

Расчётные примеры

Далее рассмотрим расчётные примеры по приведённым выше моделям.

Предположим, что у инвестора имеется 4 альтернативных варианта инвестиционных проектов, денежные потоки по которым представлены ниже, NPV рассчитаны при ставке дисконтирования 10%.

Таблица 7.1

Номер проекта	Период				NPV
	0	1	2	3	
Проект 1	-20	-15	10	40	4,26
Проект 2	-30	10	-5	50	11,39
Проект 3	-35	25	10	30	16,85
Проект 4	-50	10	40	30	13,35

Что касается средств инвестора, то только на 0 этапе в его распоряжении имеется 100 единиц, на всех остальных этапах реализации проектов в его распоряжении нет никаких средств, только лишь поступления от уже реализуемых проектов.

В общем виде данная задача выглядит следующим образом:

$$4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ 0 \leq x_i \leq 1 \\ \text{или } x_i \in \{0,1\}, i=1,2,3,4 \end{array} \right.$$

В результате расчётов при отсутствии ограничения на неделимость проектов были получены следующие значения:

Таблица 7.2

Номер проекта	Период				NPV	x
	0	1	2	3		
Проект 1	-20	-15	10	40	4,26	0
Проект 2	-30	10	-5	50	11,39	1
Проект 3	-35	25	10	30	16,85	1
Проект 4	-50	10	40	30	13,35	0,7
Средства инвестора	100	0	0	0		
Потребность	100	-42	-33	-101		

При значении целевой функции, равном 37,58, отображающей NPV портфеля.

Если же вводить дополнительное ограничение на неделимость проектов, то получаем следующие ответы:

Таблица 7.3

Номер проекта	Период				NPV	x
	0	1	2	3		
Проект 1	-20	-15	10	40	4,26	1
Проект 2	-30	10	-5	50	11,39	1
Проект 3	-35	25	10	30	16,85	1
Проект 4	-50	10	40	30	13,35	0
Средства инвестора	100	0	0	0		
Потребность	85	-20	-15	-120		

При значении целевой функции, равном 32,49.

Таким образом, при вводе дополнительного ограничения на неделимость мы получаем меньшее значение NPV всего портфеля. Это достигается за счет того, что в первом случае мы полностью расходует имеющиеся средства и финансируем наиболее прибыльные проекты. При неделимости же проектов, на первом этапе у инвестора недостаточно средств на выбор наиболее доходного проекта, и он вынужден выбирать Проект 1 с меньшей доходностью, но и меньшим размером первоначальных инвестиций. В этом случае часть располагаемых средств у инвестора так и остаются неиспользованными.

Теперь предположим, что у инвестора появилась возможность привлечения кредита на 1 год под 20% годовых. При этом в период $t = 0$ он может привлечь кредит размером 40 у.е., а в период $t = 1 - 5$ у.е.

В итоге данные кредиты будут характеризоваться следующими потоками:

Таблица 7.4

Номер проекта	Период				NPV
	0	1	2	3	
Кредит 1	40	-48			-3,64
Кредит 2		5	-6		-0,41

И вид задачи несколько преобразуется
 $4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 - 3,64x_{k_1} - 0,41x_{k_2} \rightarrow \max$

$$\left\{ \begin{array}{l} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 - 40x_{k_1} \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 + 48x_{k_1} - 5x_{k_2} \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 + 6x_{k_2} \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ x_i \in \{0,1\}, i = 1,2,3,4,k_1,k_2 \end{array} \right.$$

В результате решения данной задачи изменилась структура формируемого портфеля — в него вошел Проект 4 и исключен Проект 1. При этом были привлечены оба кредита для финансирования реализации выбранных инвестиционных проектов.

Значение целевой функции превысило аналогичный показатель для рассматриваемой задачи, которая решалась в целочисленном формате, и составило 37,54 д.е.

Если говорить о поиске максимальной кредитной ставки, при которой целесообразно привлечение кредита, то она будет определена в ходе решения следующей задачи:

$y \rightarrow \max$

$$\left\{ \begin{array}{l} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 - 40x_{k_1} \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 + 40(1+y)x_{k_1} - 5x_{k_2} \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 + 5(1+y)x_{k_2} \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ 4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 \\ - (40 - \frac{40}{1,1})(1+y)x_{k_1} + (\frac{5}{1,1} - \frac{5}{1,21})(1+y)x_{k_2} \geq 32,49 \\ x_i \in \{0,1\}, i = 1,2,3,4,k_1,k_2 \end{array} \right.$$

В ходе решения данной задачи было получено граничное значение процентной ставки по кредиту 32,46%, при достижении которой привлечение кредита теряет смысл и не обеспечивает роста доходов от реализации портфеля проектов.

7.5. ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРИ ИНТЕРВАЛЬНОМ ЗАДАНИИ NPV

Таким образом, были рассмотрены примеры задач, когда мы имеем дело с четко детерминированными параметрами каждого из проектов. Но в реальности NPV проекта не всегда может быть

однозначно определен, в большинстве случаев NPV проектов задан интервальной оценкой и может принимать любое значение из заданного интервала $NPV_i \in [NPV_i^1; NPV_i^2]$.

Также стоит отметить, что если речь идет об интервальной оценке NPV по каждому проекту, то, следовательно, можно утверждать и о том, что NPV всего портфеля также будет иметь интервальную оценку.

$$NPV_{\text{портфеля}} \in [\sum_{i=1}^n x_i NPV_i^1; \sum_{i=1}^n x_i NPV_i^2] \quad (7.15),$$

где n — число проектов, входящих в рассматриваемый портфель.

В случае интервально заданных NPV усложняется процесс выбора наилучшего портфеля, и в подобных ситуациях применяется метод выделения множества потенциально оптимальных проектов.

Предположим, имеется множество P всех располагаемых портфелей. Выделим из него $P_{\text{опт}} \subseteq P$. При этом можно сформулировать ряд правил, на основании которых будет происходить выделение множества потенциально оптимальных портфелей:

1. Выбрать портфель с максимальной правой границей портфельного NPV и включить его в $P_{\text{опт}}$.
2. Выбрать портфель с максимальной левой границей портфельного NPV и включить его в $P_{\text{опт}}$.
3. Исключить из множества P те портфели, у которых правая граница портфельного NPV меньше максимальной левой границы портфельного NPV из пункта 2 и остальные портфели включить в $P_{\text{опт}}$.

Далее на множестве потенциально оптимальных портфелей производится сравнение выделенных портфелей для определения области изменения NPV_i , на которой данный портфель оптимален.

Расчетные примеры

Имеется 3 инвестиционных проекта с интервально заданными NPV

$$NPV_1 \in [30; 40]$$

$$NPV_2 \in [50; 70]$$

$$NPV_3 \in [10; 25]$$

Из данных проектов может быть сформировано 3 инвестиционных портфеля:

$$NPV_{12} \in [80; 110]$$

$$NPV_{23} \in [60; 95]$$

$$NPV_{13} \in [40; 65]$$

Из данного множества необходимо выбрать потенциально оптимальные портфели. В данное множество войдет портфель 12, так как он обладает максимальной левой и правой границами, и будет

исключен портфель 13, имеющий правую границу (65) меньше, чем максимально левая у портфеля 12 (80).

Таким образом, в множество потенциально оптимальных портфелей входят портфели 12 и 23.

$$NPV_{12} \in [80; 110]$$

$$NPV_{23} \in [60; 95]$$

Построим систему неравенств, которая позволит определить наилучший портфель в рассматриваемом множестве:

$$\begin{cases} NPV_{12} \geq NPV_{23} \\ 80 \leq NPV_{12} \leq 110 \\ 60 \leq NPV_{23} \leq 95 \end{cases}$$

Изобразим полученное множество значений портфелей NPV_{12} и NPV_{13} графически:

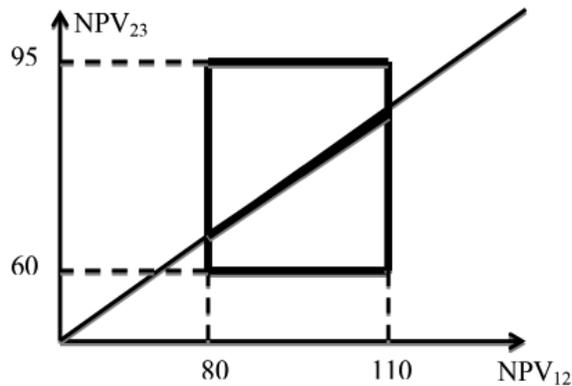


Рис. 7.1. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 1 и 2

На полученном графике видно, что в большем числе случаев, если значения NPV_i распределены равномерно, доходность по портфелю 12 выше, чем по портфелю 23. Таким образом, в данной ситуации выбор будет сделан в пользу портфеля 12.

Но также возможна ситуация, в которой необходимо определить границы изменения NPV по каждому проекту в портфеле, при которых выбор осуществляется в пользу определенного портфеля.

Так, например, изменим несколько условия предыдущей задачи, в частности поменяем NPV проекта 3.

$$NPV_1 \in [30; 40]$$

$$NPV_2 \in [40; 70]$$

$$NPV_3 \in [20; 50]$$

Из данных проектов может быть сформировано 3 инвестиционных портфеля

$$NPV_{12} \in [70; 110]$$

$$NPV_{23} \in [60; 120]$$

$$NPV_{13} \in [50; 90]$$

В соответствии с процедурой выбора множества потенциально оптимальных портфелей, получаем, что все 3 портфеля входят в него. Теперь сформулируем задачу таким образом — необходимо определить границы изменения NPV отдельных проектов, при которых наилучшим является портфель, сформированный из проектов 1 и 2. Для этого будет построена следующая система неравенств:

$$\begin{cases} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_{12} \leq NPV_{13} \\ NPV_{12} \leq NPV_{23} \end{cases} \begin{cases} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_1 + NPV_2 \leq NPV_1 + NPV_3 \\ NPV_1 + NPV_2 \leq NPV_2 + NPV_3 \end{cases} \begin{cases} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_2 \leq NPV_3 \\ NPV_1 \leq NPV_3 \end{cases}$$

Рассмотрим сначала данные неравенства в двумерном пространстве, а потом перенесем полученные результаты в трехмерное.

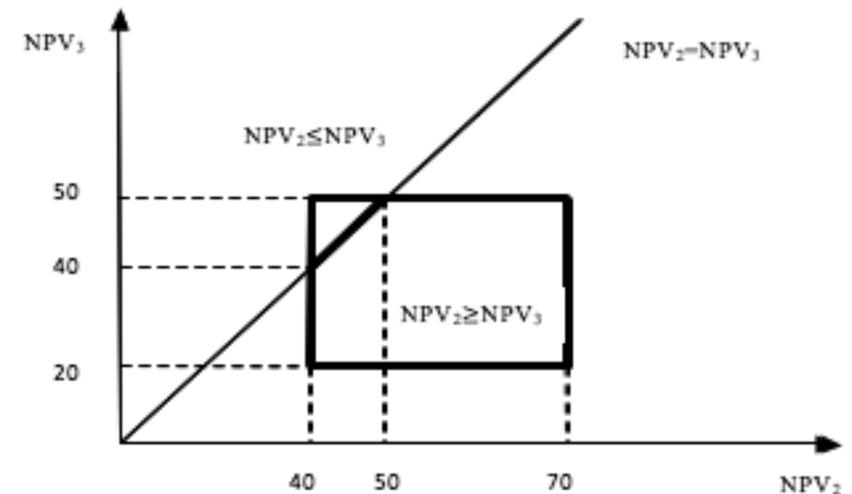


Рис. 7.2. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 2 и 3

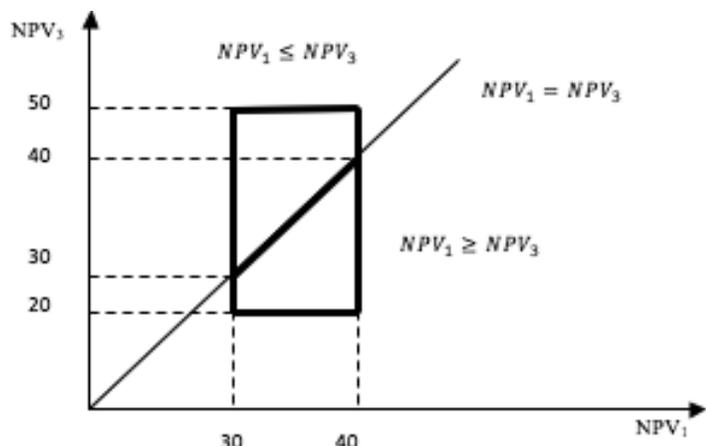


Рис. 7.3. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 1 и 3

Если совместить данные два графика, то в трёхмерном пространстве останется лишь следующая фигура, которая демонстрирует, что для обеспечения выбора портфеля из проектов 1 и 2 необходимо, чтобы NPV проектов варьировались в следующих пределах:

$$\begin{aligned} NPV_1 &\in [30; 40] \\ NPV_2 &\in [40; 50] \\ NPV_3 &\in [40; 50] \end{aligned}$$

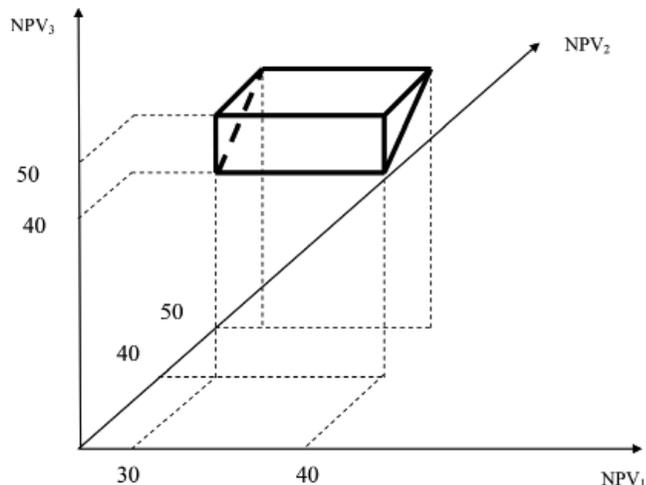


Рис. 7.4. Графическое отображение в трёхмерном пространстве области, на которой лучшим будет портфель, состоящий из проектов 1 и 2

Таким образом, было показано, как происходит выбор инвестиционных проектов в составе портфеля, и какие факторы могут определять выбор в пользу того или иного проекта. Но в основном данные модели дают возможность выбора, только лишь основываясь на доходе, который обеспечивает тот или иной проект, не давая оценки его риска, который в свою очередь может быть определен как отклонение от заданной доходности.

7.6. ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С УЧЁТОМ РИСКА

Ниже будет приведена модель, которая дает возможность учета риска проекта, оценивая его, как одну из составляющих эффективности, а именно определяя целевую функцию как минимизацию риска портфеля, а одним из ограничений является требуемая доходность портфеля проектов.

Пусть существует n инвестиционных проектов, при этом по каждому из них детерминированы только начальные инвестиции (другими словами, потоки в момент времени $t=0$). Финансовые потоки во все остальные периоды времени от 0 до T представляют собой случайные величины с известным законом распределения.

Таким образом, на основе данной информации может быть восстановлен закон распределения NPV по каждому проекту и определено его математическое ожидание и дисперсия.

Формализация модели выглядит следующим образом

Целевая функция

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \cdot x_i^2 \cdot d_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \text{cov}_{ij} \cdot x_i \cdot x_j \cdot d_i \cdot d_j \rightarrow \min \quad (7.16)$$

Где σ_i^2 — дисперсия NPV для проекта с номером i ;

cov_{ij} — ковариация NPV по проектам i и j ; $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, n$.

Пусть объём инвестиций в проект в момент времени $t=0$ равен

b_i^0 ($i=1, \dots, n$). Обозначим $d_i = \frac{b_i^0}{s_0}$. Очевидно, что d_i — это доля

средств, инвестируемых в проект с номером i в том случае, если проект выполняется в полном объёме.

Ограничение на объём доступных финансовых ресурсов:

$$-\sum_{i=1}^n c_i^t x_i \leq S_t, t = 0, 1, 2, \dots, T \quad (7.17)$$

где c_i^t — минимальное из возможных значений финансового потока по проекту i момент времени t , т.е. $c_i^t = \min_{b=1, m} c_{ib}^t$.

Ограничение на доходность портфеля

$$\sum_{i=1}^n \overline{NPV}_i x_i \geq D_{гр} \quad (7.18)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i d_i \leq 1 \quad (7.19)$$

где $D_{гр}$ – требуемая доходность портфеля.

$0 \leq x_i \leq 1$ – данное ограничение показывает то, что проекты могут финансироваться частично; \overline{NPV}_i – математическое ожидание NPV по проекту i .

В результате решения данной задачи находится оптимальная доля, в которой необходимо финансировать проекты в рамках сформированного портфеля.

Расчетный пример

В таблице, приведенной ниже, представлено распределение финансовых потоков по каждому из проектов, а также итоговые значения совместных вероятностей и соответствующие NPV (ставка дисконтирования 10%).

Таблица 7.5

Исходные данные							
	Период 0	Период 1		Период 2		Совместная вероятность	NPV
		Вероятность	Фин поток	Вероятность	Фин поток		
Проект 1	-300	0,4	100	0,3	250	0,12	-2,48
				0,7	300	0,28	38,841
		0,6	200	0,3	300	0,18	129,75
				0,7	150	0,42	5,79
Проект 2	-200	0,4	150	0,3	100	0,12	1 19,01
				0,7	150	0,28	60,33
		0,6	100	0,3	150	0,18	14,88
				0,7	200	0,42	56,20

При этом математическое ожидание по первому проекту составляет $\overline{NPV}_1 = 36,36$, а по второму $\overline{NPV}_2 = 45,45$, соответствующие значения дисперсий по проектам $\sigma_1^2 = 2145,35$, $\sigma_2^2 = 362,68$.

Ковариация же в рассматриваемом случае равняется $\text{cov}_{12} = -518,41$.

В нулевом периоде у инвестора имеется 400 у.е. финансовых ресурсов, которые могут быть направлены на реализацию проектов. Таким образом, сразу очевидно, что невозможно полное финансирование обоих проектов, поэтому при реализации данной модели будут определены доли финансирования проектов.

Целевая функция

$$2145,35x_1^2d_1^2 + 362,68x_2^2d_2^2 - 2 \cdot 518,41 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot d_1 \cdot d_2 \rightarrow \min$$

Ограничения на финансовые ресурсы:

$$\begin{cases} 300x_1 + 200x_2 \leq 400 \\ -100x_1 - 100x_2 \leq 0 \\ -150x_1 - 100x_2 \leq 0 \end{cases}$$

Ограничение на требуемую доходность портфеля (40 у.е.)

$$36,36x_1 + 45,45x_2 \geq 40, \quad 0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, 2$$

При решении данной задачи были получены следующие доли финансирования проектов:

Таблица 7.6

Доли финансирования проектов

Проект	Доля участия
Проект 1	0,22
Проект 2	0,70

При этом дисперсия данного портфеля составила 122,99, а соответствующее стандартное отклонение 11,09 у.е. Доходность портфеля осталась на граничном значении в 40 у.е., при этом лимит по имеющимся финансовым ресурсам не был полностью исчерпан и остались свободные ресурсы.

Таким образом, был представлен ряд моделей, которые предлагают различные подходы к оптимизации портфелей инвестиционных проектов в условиях ограниченности финансовых ресурсов, а также неполноты информации и невозможности точно оценить те финансовые потоки, которые будут связаны с реализацией того или иного проекта.

7.7. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

В связи с расширением компании перед ней встала необходимость расширения клиентской базы. Это в свою очередь требует инвестиций в продвижение компании. В данной работе вопрос

управления этими инвестициями был рассмотрен с точки зрения формирования портфеля инвестиционных проектов. В качестве проектов выступают возможные альтернативы продвижения компании в обществе.

Построение портфеля было рассмотрено на примере формирования объема инвестиций в такие способы продвижения, как создание колл-центра и реклама в специализированных средствах массовой информации. Таким образом, были сформированы следующие проекты.

1. Проект 1 — создание колл-центра и финансирование его работы на год вперед. Требуемые инвестиции составляют 6 000 тыс. руб. на покупку оборудования, а так же 800 тыс. руб. ежемесячно в течение года в виде заработной платы сотрудникам колл-центра.

2. Проект 2 — заключение договора с существующим колл-центром на оказание услуг. Требуемые инвестиции составляют 1 000 тыс. руб. в месяц. Но качество оказываемых услуг ниже, чем у собственного колл-центра, так как при создании собственного колл-центра у компании больше возможностей контролировать качество работы и в случае необходимости корректировать его работу «на ходу».

3. Проект 3 — реклама в специализированном журнале в течение года. Требуемые инвестиции составляют 900 тыс. руб. ежемесячно в течение одного года.

Входящие потоки для данных трех проектов будут включать в себя выручку от новых привлеченных клиентов.

Необходимо учитывать, что по прошествии рассматриваемого периода в первом случае у компании остается оборудование для колл-центра, и в случае, если опыт использования своего колл-центра окажется успешным, компания может продолжить его, в противном случае оборудование может быть реализовано по остаточной стоимости 4 800 тыс. руб.

В рассматриваемом примере был рассмотрен временной диапазон, состоящий из 12 периодов ($t = 0, 1, 2, \dots, 11$).

Предполагается стохастичность денежных потоков с определенной вероятностью. В каждом периоде существуют определенные риски, в частности, риск отсутствия отклика на рекламу, что влечет за собой риск недополучения прибыли. Все распределения размеров денежных потоков и вероятностей наступления тех или иных событий были составлены на основании экспертных оценок сотрудников компании.

Таким образом, последовательность событий, размер денежных потоков, а также вероятности, с которыми эти денежные потоки будут получены, можно представить в виде схемы, приведенной в таблице 7.7.

Исходные данные

	Период 0	Периоды 1–10			Периоды 1–10		
	Стоимость (CF–)	Стоимость (CF–)	Вероятность	Доход (CF+)	Стоимость (CF–)	Вероятность	Доход (CF+)
Проект 1	–6 800	–800	0,6	1 600	–800	0,6	6 400
			0,3	1 400		0,3	6 200
			0,1	900		0,1	5 700
Проект 2	–1 000	–1 000	0,6	1 300	–1 000	0,6	1 300
			0,3	1 150		0,3	1 150
			0,1	800		0,1	800
Проект 3	–900	–900	0,6	1 100	–900	0,6	1 100
			0,3	1 000		0,3	1 000
			0,1	850		0,1	850

На следующем шаге были формализованы данные, посчитаны суммарные денежные потоки по каждому проекту как сумма входящего и исходящего, рассчитан чистый приведенный денежный доход по формуле

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{a_t - b_t}{(1+k)^t}$$

где a_t — входящий денежный поток, который приносит реализация проекта на временном интервале от $t=0$ до T ,

b_t — исходящий денежный поток, который обеспечивает реализацию проекта и связан с вложением материальных, финансовых, человеческих и прочих ресурсов в реализацию проекта.

Ставка дисконтирования k рассчитывается по формуле:

$$k = (1+n_1)(1+n_2)(1+n_3) - 1$$

где n_1 — реальная ставка ссудного процента

n_2 — темп инфляции

n_3 — вероятность риска.

В данной модели n_3 не включаем в расчет. Таким образом, была получена ставка дисконтирования денежных потоков $k=12\%$ (в годовом выражении, для удобства расчета ставка была округлена до целых). Были рассчитаны совместные вероятности событий и получены следующие числовые характеристики для распределений денежных потоков, представленные в таблице 7.8.

Таблица 7.8

Числовые характеристики распределения NPV

Проект	Мат. ожидание NPV	Стандартное откл-е NPV
1	4493,48	658,71
2	1131,73	472,85
3	607,81	247,48

Ранее была описана модель построения оптимального портфеля инвестиций. Используя ее и преобразованные данные, была построена следующая модель (все данные в тысячах рублей).

$$658,71^2 x_1^2 + 472,85^2 x_2^2 + 247,48^2 x_3^2 + 2 \cdot 191859,67 x_1 x_2 + 2 \cdot 103309,05 x_1 x_3 + 2 \cdot 115853,72 x_2 x_3 \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ограничения на финансы:} \\ 6800x_1 + 1000x_2 + 900x_3 \leq 7000 \\ -700x_1 - 205x_2 - 145x_3 \leq 0, t=1, \dots, 10 \\ -55000x_1 - 205x_2 - 145x_3 \leq 0, t=11 \\ \text{Ограничения на доходность:} \\ 4493,48x_1 + 1131,73x_2 + 607,81x_3 \geq 0 \\ \sum_{i=1}^3 x_i = 1, x_i \geq 0, i=1, 2, 3 \end{array} \right.$$

Решением задачи является вектор $X=(x_1, x_2, x_3)$, характеризующий долю средств, инвестируемых в каждый проект для получения наилучшего результата при минимальном риске.

Изложенная задача была решена с помощью методов линейного программирования в среде Excel.

Было получено следующее решение:

$$\begin{array}{l} x_1 = 0, \\ x_2 = 0, \\ x_3 = 1. \end{array}$$

При этом оптимальной суммой для вложения является 900 тыс. руб. ежемесячно. При инвестировании таких средств NPV будет положительным — а именно 607,81 руб., проект будет доходным, а риск минимальным.

Таким образом, для достижения положительного финансового результата на ближайшие 2 месяца и поддержания нормального функционирования предприятия, а также исполнения обязательств организацией в условиях минимального риска свободные средства следует вложить в рекламу в тематических СМИ. Этот результат предсказуем, так как третий проект обладает наименьшим стандартным отклонением, а ковариации между всеми проектами положительны, что означает, что нельзя составить портфель, дисперсия которого была бы меньше, чем минимальная из дисперсий проектов.

Раздел 8

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ НОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

8.1. ДВУХУРОВНЕВАЯ ЛИНЕЙНАЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ

Рассмотрим ситуацию, когда целью проекта является создание нового предприятия. При планировании столь ресурсоемкого и рискованного проекта имеется необходимость в количественной оценке целой группы связанных с его реализацией рисков. Кроме того, возникает потребность в анализе устойчивости формируемого плана выпуска продукции.

При планировании проекта инвестор должен рассмотреть различные варианты поставки материальных ресурсов производства и различные варианты структуры производственного аппарата, позволяющие выпускать продукцию в заданных объемах. Для решения этой проблемы могут быть использованы две оптимизационные модели (Задача 1 и Задача 2). В ситуации, когда Задача 1 не имеет решения, можно сделать вывод о том, что существует либо дефицит производственной мощности, либо дефицит поставки материальных ресурсов. Для того, чтобы ликвидировать этот дефицит при минимальном объеме инвестиций, решается Задача 2. Математическая формулировка Задачи 1 и Задачи 2 состоит в следующем:

Задача 1.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i - Z_{\text{пост}} \rightarrow \max \quad (8.1)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{il} x_i \leq k_l \tau_l, l = 1, k \quad (8.2)$$

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} x_i \leq L_j, j = 1, \dots, M \quad (8.3)$$

$$x_i \geq Z_{\text{ак}}, x_i \leq P t_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (8.4)$$

$$x_i \in Z^+ \quad (8.5)$$

Задача 2.

$$\sum_{j=1}^M z_j \alpha_j + \sum_{l=1}^k y_l \beta_l \rightarrow \min \quad (8.6)$$

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} x_i \leq z_j + L_j, j = 1, 2, \dots, M \quad (8.7)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{il} x_i \leq (k_l + y_l) \tau_l, l = 1, 2, \dots, k \quad (8.8)$$

$$x_i \geq Z_{ак_i}, x_i \leq P t_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (8.9)$$

$$x_i \in Z^+, z_j \geq 0, y_l \in Z^+ \quad (8.10)$$

В сформулированных задачах используются следующие обозначения:

$x = (x_1, \dots, x_n)$ — производственная программа, оптимизирующая прибыль предприятия и удовлетворяющая ограничениям на производственные мощности, объем потребления материальных ресурсов, ограничения на заказ;

α_i — цена реализации единицы продукции вида i ;

b_i — переменные издержки при выпуске единицы продукции вида i ;

$Z_{пост}$ — постоянные издержки на интервале планирования $(0, T)$;

t_{il} — время загрузки единицы оборудования вида l при выпуске единицы продукции вида i ;

k_l — число единиц оборудования вида l ;

τ_l — время использования оборудования вида l в производственном процессе на интервале планирования $(0, T)$ (эффективное время оборудования вида l);

l_{ij} — объем материального ресурса вида j , необходимого для выпуска единицы продукции вида i ;

L_j — объем поставок материального ресурса вида j ;

$Z_{ак_i}$ — объем заказа на продукцию вида i ;

$P t_i$ — объем спроса на продукцию вида i ;

Z^+ — множество целых положительных чисел;

z_j — объем дополнительно закупаемых материальных ресурсов вида j ;

α_j — цена материальных ресурсов вида j ;

y_l — количество дополнительно закупаемых единиц оборудования вида l ;

β_l — цена единицы оборудования вида l .

В Задаче 1 вычисляется производственная программа предприятия с учетом удовлетворения заказа на объемы выпускаемой продукции. Если Задача 1 не имеет решения из-за дефицита материальных ресурсов или дефицита производственной мощности, необходимо решить Задачу 2, определяющую минимальный объем инвестиций, позволяющий устранить этот дефицит.

8.2. ОЦЕНКА РИСКА ДЕФИЦИТА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

В Задаче 1 объем поставок материальных ресурсов L_j может быть случайной величиной, т.е.

$$L_j = \begin{bmatrix} L_j^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots \\ L_j^d & P_d, P_v \geq 0, v = 1, 2, \dots, d, j = 1, 2, \dots, M \end{bmatrix}$$

В этом случае может быть определен риск дефицита материальных ресурсов следующим образом. Пусть неблагоприятным событием будет значение целевой функции Задачи 1 не более величины $D_{гр}$. Решаем Задачу 1 для d значений L_j . Соответствующие значения целевой функции Задачи 1 обозначим как F_1, \dots, F_d . Вероятность того, что значение целевой функции равно F_v будет P_v ($v = 1, 2, \dots, d$). Обозначим через Ω множество тех F_v , для которых $F_v \leq D_{гр}$, тогда в качестве количественной характеристики риска дефицита материальных ресурсов может быть выбрана величина:

$$R_{д.м.} = \sum_{i \in \Omega} P_i$$

Аналогичным образом эффективное время τ_l также является случайной величиной:

$$\tau_l = \begin{bmatrix} \tau_l^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots \\ \tau_l^d & P_d, P_v \geq 0, v = 1, 2, \dots, d, l = 1, 2, \dots, k \end{bmatrix}$$

Обозначим через $\overline{F}_1, \dots, \overline{F}_d$, как и ранее, значение целевой функции Задачи 1 для разных вариантов $\tau_l^v = (\tau_l^1, \dots, \tau_l^d)$ и выберем множество значений Ω по правилу: в Ω входит вариант v

($v = 1, 2, \dots, d$), если $F_v \leq D_{гр.}$. Далее в качестве количественной оценки риска дефицита производственной мощности выберем величину:

$$R_{д.п.} = \sum_{j \in \Omega_1} P_j$$

Если в результате расчетов величина риска дефицита материальных ресурсов $R_{д.м.}$ или величина риска дефицита производственной мощности $R_{д.п.}$ окажется выше приемлемого уровня, то за счет приобретения дополнительного оборудования или за счет дополнительного финансирования закупок материальных ресурсов определенных видов можно повысить значения целевой функции F_1, \dots, F_d , сузив тем самым множества Ω , что соответственно приведет к сокращению риска дефицита материальных ресурсов и риска дефицита производственной мощности.

8.3. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Далее будем считать, что предприятие выпускает n видов конечной продукции и выпуск каждого вида продукции по существующим технологическим нормам связан с последовательной обработкой материалов и сырья на ряде последовательных операций. Такая последовательность может быть задана в частном случае π -сетью или специальным ориентированным графом (рисунок 8.1).

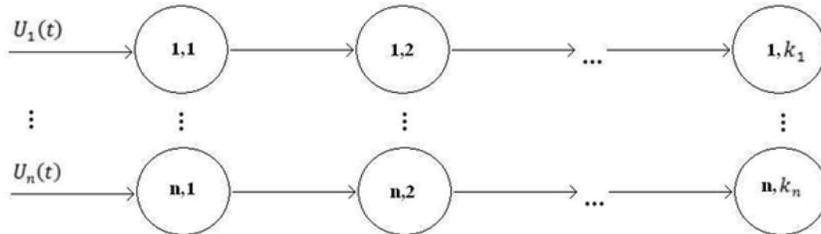


Рис. 8.1. Технологическая схема выпуска конечной продукции

Здесь вершины ориентированного графа задают операции, дуги — последовательность обработки на операциях по каждому виду продукции.

$U_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) — это вектор-функция интенсивности поступления материальных ресурсов $j = 1, 2, \dots, k_i$, поступающих для производства продукции вида i (здесь m — число видов материальных

ресурсов). При реализации проекта создания нового предприятия необходимо оценить, возможно ли обеспечить выпуск продукции в необходимых объемах на интервале времени $(0, T)$ и если да, то каким образом распределить производственные мощности, чтобы при условии выполнения заказа по каждому виду продукции максимизировать еще и прибыль на заданном временном интервале $(0, T)$.

Ответ на этот вопрос может быть получен путем анализа следующей оптимизационной модели:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i \int_0^T q_{ik_i}(t) dt \rightarrow \max \quad (8.11)$$

Здесь β_i — маргинальная прибыль (доход) при выпуске одной единицы продукции вида i ; $q_{ik_i}(t)$ — интенсивность выпуска конечной продукции вида i (здесь k_i — последняя операция обработки материальных ресурсов при выпуске продукции вида i).

$$V_{ijg}(0) + \int_0^t q_{ij-1g}(t) dt \geq \int_0^t q_{ijg}(t) dt \forall t \in (0, T) \quad (8.12)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, k_i$$

$$g = 1, 2, \dots, m$$

Ограничение (8.12) свидетельствует о том, что объем обработки материальных ресурсов вида g на каждой операции O_{ij} к моменту времени t не может быть больше, чем объем незавершенного производства $V_{ijg}(0)$ в момент $t=0$ на операции O_{ij} плюс объем материальных ресурсов вида g , поступивших с предшествующей операции O_{ij-1} за время $(0, t)$.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijg}(t)}{q_{ijg}^0(t)} \cdot \alpha_{ijgl} \leq C_l \quad (8.13)$$

$$l = 1, 2, \dots, M \forall t \in (0, T)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, k_i$$

$$g = 1, 2, \dots, m$$

В ограничении (8.13) используются следующие обозначения:

C_l — количество единиц оборудования вида l ;

α_{ijgl} — количество производственных ресурсов вида l , требуемых для обеспечения минимальной производительности $q_{ijg}^0(t)$ обработки материальных ресурсов вида g на операции O_{ij} .

$q_{ijg}(t)$ — искомая производительность обработки материальных ресурсов вида g на операции O_{ij} в момент t . Предполагается, что если производительность на операции $O_{ij} q_{ijg}(t) > q_{ijg}^0(t)$, то объем производственных ресурсов должен быть увеличен в q_{ijg} раз.

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Z_{ak_i} \quad (8.14)$$

$i = 1, 2, \dots, n$
 $g = 1, 2, \dots, m$

Ограничение (8.14) означает, что продукция вида i на временном интервале $(0, T)$ должна быть произведена в объеме не менее Z_{ak_i} .

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \leq Pt_i \quad (8.15)$$

$i = 1, 2, \dots, n$
 $g = 1, 2, \dots, m$

Ограничение (8.15) свидетельствует о том, что продукция вида i должна быть произведена в объеме не более, чем существующий спрос Pt_i .

$$q_{ijg}(t) \geq 0 \forall t \in (0, T) \quad (8.16)$$

$i = 1, 2, \dots, n$
 $j = 1, 2, \dots, k_i$
 $g = 1, 2, \dots, m$

С учетом ограничения (8.14) задача (8.11—8.16) не всегда имеет решение либо в силу ограниченной производительности имеющегося оборудования, либо в силу недостатка материальных ресурсов производства. Следовательно, для того, чтобы выполнялось ограничение (8.14), необходимы дополнительные инвестиции как в закупку материальных ресурсов производства, так и в расширение производственной базы.

Введем следующие обозначения:

y_l — количество дополнительно закупаемого оборудования вида l ($l=1, 2, \dots, M$);

γ_l — цена одной единицы оборудования вида l ;

W_{ilg} — объем дополнительно закупаемых материальных ресурсов вида g , поступающих на первую операцию обработки для продукции вида i ($i=1, 2, \dots, n$);

α_g — цена единицы материальных ресурсов вида g ($g=1, 2, \dots, m$).

С учетом введенных выше обозначений задача о минимальном объеме инвестиций, позволяющем обеспечить выполнение ограничений (2.100) может быть сформулирована следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^M W_{ilg} \alpha_g + \sum_{l=1}^M y_l \gamma_l \rightarrow \min \quad (8.17)$$

$$V_{ilg}(0) + W_{ilg}(0) \geq \int_0^{t'} q_{ilg}(t) dt \forall t' \in (0, T), i = 1, 2, \dots, n, g = 1, 2, \dots, m \quad (8.18)$$

$$V_{ijg}(0) + \int_0^{t'} q_{ij-1g}(t) dt \geq \int_0^{t'} q_{ijg}(t) dt, \forall t' \in (0, T), i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i, g = 1, 2, \dots, m \quad (8.19)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijg}(t)}{q_{ijg}^0(t)} \cdot \alpha_{ijgl} \leq C_l + y_l, l = 1, 2, \dots, M, g = 1, 2, \dots, m, \forall t \in (0, T) \quad (8.20)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Z_{ak_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (8.21)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \leq Pt_i \quad (8.22)$$

$$q_{ijg}(t) \geq 0 \forall t \in (0, T), y_l \in Z, W_{ilg} \geq 0, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i, g = 1, 2, \dots, m \quad (8.23)$$

Решение задачи (8.17—8.22) за счет дополнительно поставляемых материальных ресурсов в объеме W_{ilg} и дополнительного оборудования в количестве y_l гарантирует выпуск продукции на интервале планирования в объеме не меньше заказа.

8.4. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ В МОДЕЛЯХ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для оценки объемов выпуска конечной продукции могут быть использованы модели (8.1—8.5); (8.6—8.10) в ситуации детерминированных исходных данных.

В то же время такие исходные параметры упомянутых моделей, как цена выпускаемой продукции, переменные издержки и ряд других не всегда могут быть точно определены, в особенности, если речь идет о реализации проекта, инвестиционная фаза которого составляет несколько лет. В этом случае важно знать, в каких диапазонах могут меняться исходные параметры модели, чтобы обеспечить выпуск конечной продукции в требуемых объемах. Подобные исследования моделей также можно назвать анализом их устойчивости.

Ниже рассмотрим, как меняется оптимальное решение задачи (8.1—8.5) при изменении цен на конечную продукцию и изменении издержек под воздействием инфляции.

Обозначим уровень инфляции (в долях) через ξ и будем считать, что цены на конечную продукцию и переменные издержки в зависимости от темпов инфляции меняются по следующему закону:

$$a_i(\xi) = a_i(0) + n_i a_i(0) \cdot \xi$$

$$b_i(\xi) = b_i(0) + m_i b_i(0) \cdot \xi$$

Здесь $a_i(\xi)$ — цена продукции вида i при уровне инфляции ξ ;

$a_i(0)$ — цена продукции в начальный момент времени;

n_i — числовой коэффициент, отражающий степень роста цен на продукцию вида i под воздействием инфляции;

$b_i(\xi)$ — переменные издержки при уровне инфляции ξ ;

$b_i(0)$ — переменные издержки по продукции вида i в начальный момент времени;

m_i — числовой коэффициент, отражающий степень роста переменных издержек на продукцию вида i под воздействием инфляции;

ξ — уровень инфляции в долях.

Далее будем предполагать, что уровень накопленной инфляции ξ есть неубывающая функция $\xi(t)$.

Рассмотрим целевую функцию (8.1') для ситуации, когда уровень накопленной инфляции достиг величины ξ .

$$\sum_{i=1}^n (a_i(0) + n_i a_i(0) \cdot \xi) x_i - \sum_{i=1}^n (b_i(0) + m_i b_i(0) \cdot \xi) x_i - Z_{\text{пост}}(\xi) \rightarrow \max \quad (8.1')$$

Преобразуя выражение (8.1') и полагая, что постоянные издержки $Z_{\text{пост}}$ также растут линейно относительно накопленной инфляции, получим:

$$Z_{\text{пост}}(\xi) = Z_{\text{пост}}(0) + \theta Z_{\text{пост}}(0) \cdot \xi$$

$$\sum_{i=1}^n a_i(0) x_i - \sum_{i=1}^n b_i(0) x_i + \sum_{i=1}^n n_i \cdot \xi \cdot a_i(0) x_i - \sum_{i=1}^n m_i \cdot \xi \cdot b_i(0) x_i - Z_{\text{пост}}(0) - \theta Z_{\text{пост}}(0) \cdot \xi \rightarrow \max \quad (8.23)$$

Здесь θ — числовой коэффициент, определяющий степень роста постоянных издержек от инфляции.

Обозначим через $\psi(\xi)$ функцию вида:

$$\psi(\xi) = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \xi \cdot a_i(0) x_i - \sum_{i=1}^n m_i \cdot \xi \cdot b_i(0) x_i - \theta Z_{\text{пост}}(0) \cdot \xi \quad (8.24)$$

Легко видеть, что это часть целевой функции (8.23), зависящая от ξ линейным образом. Определим $\frac{d\psi(\xi)}{d\xi}$:

$$\frac{d\psi(\xi)}{d\xi} = \sum_{i=1}^n n_i a_i(0) x_i - \sum_{i=1}^n m_i b_i(0) x_i - \theta Z_{\text{пост}}(0)$$

Очевидно, что если $\frac{d\psi(\xi)}{d\xi} > 0$, то прибыль предприятия увеличивается при росте инфляции, и падает, если $\frac{d\psi(\xi)}{d\xi} < 0$.

В ситуации, когда $\frac{d\psi(\xi)}{d\xi} > 0$ прирост прибыли при уровне накопленной инфляции ξ составит величину, заданную функцией $\psi(\xi)$ (формула (8.24)).

Учитывая целочисленность модели (8.1—8.5), число допустимых решений (производственных программ) проектируемого предприятия конечно. Обозначим через $\underline{X} = \{x^1, \dots, x^N\}$ множество всех допустимых производственных программ модели (8.1—8.5) и обозначим через $\varphi^j(\xi)$ значение целевой функции на производственной программе x^j при уровне накопленной инфляции ξ , т.е.:

$$\varphi^j(\xi) = \sum_{i=1}^n a_i(\xi) x_i^j - \sum_{i=1}^n b_i(\xi) x_i^j - Z_{\text{пост}}(\xi), j = 1, 2, \dots, N$$

Очевидно, что:

$$\frac{d\varphi^j(\xi)}{d\xi} = \sum_{i=1}^n n_i a_i(0) x_i^j - \sum_{i=1}^n m_i b_i(0) x_i^j - \theta Z_{\text{пост}}(0)$$

Можно упорядочить все допустимые решения \bar{X} в порядке роста производной $\frac{d\varphi^j(\xi)}{d\xi}$, т.е. для двух допустимых производственных программ x^l и x^k $l > k$ тогда и только тогда, когда $\frac{d\varphi^l(\xi)}{d\xi} > \frac{d\varphi^k(\xi)}{d\xi}$.

Пусть x^l — оптимальное решение модели (8.1–8.5) в ситуации, когда $\xi = 0$ и $l < N$. В этом случае легко видеть, что ξ_{l+1}, \dots, ξ_N такие, что при $\xi_j > \xi_l$ ($j = l+1, \dots, N$) $\varphi^l(\xi) > \varphi^l(\xi)$.

Выбрав минимальное из чисел ξ_{l+1}, \dots, ξ_N , равное ξ_k , ($l+1 \leq k \leq N$), можно утверждать, что начиная с уровня инфляции ξ_k оптимальным будет решение x^k . Если $k < N$, то повторяя предыдущие рассуждения, получим, что начиная с некоторого значения ξ_m оптимальным будет решение x^m , ($m > k$). Переход к очередному оптимальному решению будет невозможен, как только уровень инфляции достигнет той величины ξ_N , при которой оптимальным станет решение x^N . Это следует из того, что $\frac{d\varphi^N(\xi)}{d\xi} > \frac{d\varphi^j(\xi)}{d\xi}$, $j = 1, 2, \dots, N-1$. Поэтому можно сказать, что ин-

тервал изменения накопленной инфляции $\xi \in (0, \infty)$ возможно разбить на конечное число отрезков, обладающих тем свойством, что если накопленная инфляция меняется в границах одного из интервалов, то оптимальность конкретного решения модели (8.1–8.5) на данном отрезке сохраняется.

Рассмотрим, как влияет на решение модели (8.1–8.5) изменение количества единиц оборудования k_l ($l = 1, 2, \dots, k$) и изменение объема материальных ресурсов производства в условиях ограничений на производственную программу вида

$$Z_{ак_i} \leq x_i \leq Pt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Минимальное количество единиц производственного оборудования, необходимое для того, чтобы задача (8.1–8.5) имела допустимые решения, может быть вычислено по формуле:

$$m_{k_l}^u \left\{ \sum_{i=1}^n t_{il} Z_{ак_i} \leq k_l \tau_l \right\} = k_l^{\min}, l = 1, 2, \dots, k \quad (8.25)$$

Минимальный объем материальных ресурсов, обеспечивающий решение задачи (8.1)–(8.5) определяется по формуле:

$$L_j^{\min} = \sum_{i=1}^n l_{ij} Z_{ак_i}, j = 1, 2, \dots, M \quad (8.26)$$

Таким образом, мы определили минимальное количество единиц производственного оборудования и минимальные запасы, которые обеспечивают существование допустимого решения в модели (8.1–8.5). Это величины k_l^{\min} и L_j^{\min} . Далее, учитывая ограничения сверху на производственную программу $x_i \leq Pt_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$), можно аналогичным образом определить максимальное количество единиц оборудования и максимальный объем материальных ресурсов, исходя из соотношений:

$$m_{k_l}^u \left\{ \sum_{i=1}^n t_{il} Pt_i \leq k_l \tau_l \right\} = k_l^{\max}, l = 1, 2, \dots, k \quad (8.27)$$

$$L_j^{\max} = \sum_{i=1}^n l_{ij} Pt_i, j = 1, 2, \dots, M \quad (8.28)$$

Учитывая соотношения (8.25–8.28), любое допустимое решение модели (8.1–8.5) $x = (x_1, \dots, x_n)$, такое, что $Z_{ак_i} \leq x_i \leq Pt_i$, использует объемы материальных ресурсов и объемы необходимых единиц оборудования в следующих диапазонах:

$$L_j^{\min} \leq L_j \leq L_j^{\max}, j = 1, 2, \dots, M \quad (8.29)$$

$$k_l^{\min} \leq k_l \leq k_l^{\max}, l = 1, 2, \dots, k \quad (8.30)$$

Учитывая целочисленность компонент любой допустимой производственной программы в модели (8.1–8.5) и ограничения (8.29–8.30), число допустимых производственных программ при изменении k_l в диапазоне $k_l^{\min} \leq k_l \leq k_l^{\max}$, $l = 1, 2, \dots, k$ и L_j в диапазоне $L_j^{\min} \leq L_j \leq L_j^{\max}$, $j = 1, 2, \dots, M$ конечно и, следовательно, отрезки (L_j^{\min}, L_j^{\max}) и целочисленные интервалы (k_l^{\min}, k_l^{\max}) можно разбить на конечное число подмножеств таким образом, что при изменении объема материальных ресурсов и количества единиц используемого оборудования на каждом из подмножеств N_1, \dots, N_L допустимыми будут оставаться подмножества решений модели (8.1–8.5) $\bar{X}^1, \bar{X}^2, \dots, \bar{X}^L$, где $\bar{X}^j = \{x_1^j, \dots, x_n^j\}$, $j = 1, 2, \dots, L$.

8.5. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ С УЧЕТОМ РИСКА ДОХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

В рассмотренной ранее динамической модели (8.11–8.16) предполагалось, что такие параметры модели, как прибыль от единицы произведенной продукции, объем спроса, цена закупаемых материальных ресурсов, которые будут использоваться на директивном интервале планирования, заданы детерминировано. В реальности

значения перечисленных параметров в будущем зависят от многих факторов, учесть влияние которых крайне трудно. Поэтому их можно рассматривать как случайные величины с заданными распределениями вероятностей.

Далее будем считать маржинальный доход β_i в целевой функции (8.11) случайной величиной с известным распределением вероятностей, заданным либо на основе статистики, либо опираясь на мнение экспертов, т.е.:

$$\beta_i = \begin{bmatrix} \beta_i^1 & P_1 \\ \dots & \dots \\ \beta_i^d & P_d \end{bmatrix}, P_v \geq 0, v=1, 2, \dots, d, \sum_{v=1}^d P_v = 1$$

Соответственно, величина математического ожидания маржинального дохода $\bar{\beta}_i$ от реализации продукции вида i определяется по формуле:

$$\bar{\beta}_i = \sum_{v=1}^d \beta_i^v P_v$$

Обозначим через l_{ig} количество материального ресурса вида g , необходимого для выпуска одной единицы продукции вида i . Тогда объем выпуска продукции вида i с учетом (8.15) определяется как:

$$\frac{\left(\int_0^T q_{ik_i} g(t) dt \right)}{l_{ig}}$$

Затраты на материальные ресурсы производства при цене ω_g за единицу материального ресурса g определяются по формуле:

$$Z_{at} = \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \omega_g \int_0^T q_{ik_i} g(t) dt$$

Учитывая ограниченность оборотных средств, используемых для закупки материальных ресурсов производства, будем считать, что их величина равна V , т.е.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \omega_g \int_0^T q_{ik_i} g(t) dt \leq V \quad (8.30)$$

Разделим обе части неравенства (8.30) на величину V и обозначим через y_i долю затрат, связанных с производством продукции вида i , т.е.:

$$y_i = \frac{\left(\sum_{g=1}^m \omega_g \int_0^T q_{ik_i} g(t) dt \right)}{V} \quad (8.31)$$

С учетом этого обозначения неравенство (2.30) можно переписать в виде:

$$\sum_{i=1}^n y_i \leq 1 \quad (8.31.1)$$

В этом случае волатильность доходности производственной программы определяется как:

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 y_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \text{cov}_{ij} y_i y_j \quad (8.32)$$

Здесь σ_i^2 — дисперсия доходности для продукции вида i ;
 y_i — доля затрат оборотных средств при производстве продукции вида i ;
 cov_{ij} — ковариация маржинального дохода продукции вида i и продукции вида j .

Волатильность доходности производственной программы j может быть использована в качестве количественной оценки риска ее доходности. Поэтому, учитывая соотношения (8.30), (8.31), (8.31.1), (8.32) математическая модель оценки производственной мощности создаваемого предприятия с учетом риска может быть представлена следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \bar{\beta}_i \int_0^T q_{ik_i}(t) dt \rightarrow \max \quad (8.33)$$

$$V_{ijg}(0) + \int_0^{t'} q_{ij-1g}(t) dt \geq \int_0^{t'} q_{ijg}(t) dt \forall t' \in (0, T) i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, k_i$$

$$g = 1, 2, \dots, m \quad (8.34)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i \leq 1 \quad (8.35);$$

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 y_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \text{cov}_{ij} y_i y_j \leq R_g \quad (8.36)$$

В правой части неравенства (8.36) величина R_g задает уровень допустимого риска доходности производственной программы.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijg}(t)}{q_{ijg}^0(t)} \cdot \alpha_{ijgl} \leq C_l \forall t \in (0, T), i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i, g = 1, 2, \dots, m \quad (8.37)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Z_{ak_i}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i \quad (8.38)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \leq Pt_i, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i \quad (8.39)$$

$$q_{ijg}(t) \geq 0 \forall t \in (0, T), i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k_i, g = 1, 2, \dots, m \quad (8.40)$$

В модели (8.33–8.40) в качестве главного критерия используется максимизация математического ожидания маржинального дохода от реализации продукции в объемах, соответствующих производственной программе, с учетом риска ее доходности (соотношение (8.36)). Очевидно, что в качестве главного критерия может быть выбран риск. В этом случае минимизируется значение выражения (8.36), а на математическое ожидание доходности производственной программы накладывается ограничение снизу.

8.6. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ НОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрим применение двухуровневой линейной детерминированной модели проекта создания нового предприятия.

Компания хочет открыть дополнительное производство стеклообрабатывающего инновационного оборудования. Для этого нужно определить, сможет ли предприятие выполнить заказы на новую продукцию при нынешнем количестве производственного оборудования и объемах поставок материальных ресурсов. Если сможет, то необходимо рассчитать прибыльность проекта, если нет, то найти минимальный объем дополнительных инвестиций для удовлетворения заказа. Данная задача представляет собой двухуровневую детерминированную модель.

Планируется выпуск трех видов инновационной продукции: печей для моллирования стекла, печей для закалки стекла и ла-

зерно-гравировальных станков. Материальные ресурсы, используемые для производства одной единицы продукции, представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Материальные ресурсы, используемые для производства единицы продукции

Вид ресурса	Вид продукции		
	Печь для моллирования стекла	Печь для закалки стекла	Лазерно-гравировальный станок
Пластмасса, м ³	2,50	1,50	3,40
Сталь, кг	7,00	6,00	8,50
Резина, кг	1,20	1,00	2,10
Стекло, кг	1,60	1,20	2,50

В качестве производственного оборудования используется конвейер, причем эффективное время работы конвейера на интервале планирования – 70 часов. Дополнительная линия конвейера стоит 300000 руб.

Время производства для одной единицы каждого вида продукции приведено в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Время производства единицы продукции

Вид продукции	Время производства
Печь для моллирования стекла	0,7 часа
Печь для закалки стекла	2,5 часа
Лазерно-гравировальный станок	0,8 часа

Объем заказа и максимальный спрос на продукцию представлены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Объем заказа и максимальный спрос

Вид продукции	Заказ (единиц)	Спрос (единиц)
Печь для моллирования стекла	50	70
Печь для закалки стекла	25	40
Лазерно-гравировальный станок	25	50

Объемы имеющихся у предприятия материальных ресурсов, а также их цены указаны в таблице 8.4.

Таблица 8.4

Запасы материальных ресурсов и их цены

Вид ресурса	Запас ресурсов	Цена
Пластмасса	1500 м ³	350 руб./м ³
Сталь	15000 кг	410 руб./кг
Резина	1000 кг	250 руб./кг
Стекло	2000 кг	270 руб./кг

Рассчитаем переменные издержки на 1 единицу продукции и запишем в таблицу 8.5 вместе с ценами за 1 единицу продукции.

Таблица 8.5

Переменные издержки и цены продукции

Вид продукции	Переменные издержки, руб.	Цена, руб.
Печь для моллирования стекла	200000	260000
Печь для закалки стекла	2100000	2500000
Лазерно-гравировальный станок	240000	300000

Постоянные издержки составляют 700000 руб.

Запишем модель первого уровня:

Целевая функция:

$$260000x_1 + 2500000x_2 + 300000x_3 - 200000x_1 - 2100000x_2 - 240000x_3 - 700000 \rightarrow \max$$

Здесь x_i — количество произведенных единиц товара i -го вида, $i=1,2,3$.

Ограничения на материальные ресурсы:

$$\text{Пластмасса } 2,50x_1 + 1,50x_2 + 3,40x_3 \leq 1500$$

$$\text{Сталь } 7,00x_1 + 6,00x_2 + 8,50x_3 \leq 15000$$

$$\text{Резина } 1,20x_1 + 1,00x_2 + 2,10x_3 \leq 1000$$

$$\text{Стекло } 1,60x_1 + 1,20x_2 + 2,50x_3 \leq 2000$$

Данные ограничения означают, что мы не можем использовать в процессе производства больше материальных ресурсов, чем мы получаем от поставщиков.

Ограничение на производственную мощность:

$$0,7x_1 + 2,5x_2 + 0,8x_3 \leq 70$$

Ограничения на спрос и заказ:

$$\text{Печь для моллирования стекла } 50 \leq x_1 \leq 70$$

$$\text{Печь для закалки стекла } 25 \leq x_2 \leq 40$$

$$\text{Лазерно-гравировальный станок } 25 \leq x_3 \leq 50$$

Таким образом, объем производства каждого вида продукции должен покрывать заказ, но не превышать максимальный объем спроса.

Ограничение на целочисленность и неотрицательность:

$$x_1, x_2, x_3 \in Z^+$$

При попытке решить данную задачу в Microsoft Excel обнаруживается, что поиск не может найти оптимального решения. Таким образом, при текущем объеме имеющихся у предприятия материальных и производственных ресурсов удовлетворить заказ на выпуск продукции невозможно. Вследствие этого для реализации проекта необходимы дополнительные инвестиции.

Определим минимальный объем требующихся инвестиций, рассмотрев модель второго уровня.

Целевая функция:

$$350z_1 + 410z_2 + 250z_3 + 270z_4 + 300000y \rightarrow \min$$

Здесь z_i — объем дополнительно закупаемых материальных ресурсов вида i , $i=1,4$ y — количество дополнительно закупаемых единиц оборудования.

Ограничения на материальные ресурсы:

$$\text{Пластмасса } 2,50x_1 + 1,50x_2 + 3,40x_3 \leq 1500 + z_1$$

$$\text{Сталь } 7,00x_1 + 6,00x_2 + 8,50x_3 \leq 15000 + z_2$$

$$\text{Резина } 1,20x_1 + 1,00x_2 + 2,10x_3 \leq 1000 + z_3$$

$$\text{Стекло } 1,60x_1 + 1,20x_2 + 2,50x_3 \leq 2000 + z_4$$

Ограничение на производственную мощность:

$$0,7x_1 + 2,5x_2 + 0,8x_3 \leq 70(1 + y)$$

Ограничения на спрос и заказ:

$$\text{Печь для моллирования стекла } 50 \leq x_1 \leq 70$$

$$\text{Печь для закалки стекла } 25 \leq x_2 \leq 40$$

$$\text{Лазерно-гравировальный станок } 25 \leq x_3 \leq 50$$

Ограничение на целочисленность и неотрицательность:

$$x_1, x_2, x_3, y \in Z^+ \quad z_i \geq 0 \quad i=1,4$$

Решая данную оптимизационную задачу, получим, что минимальный объем инвестиций, который необходим для выполнения заказа, составляет 300000 руб. При этом мы закупаем одну дополнительную линию конвейера.

Подставив полученные данные в модель первого уровня, получим следующее решение.

Производственная программа предполагает выпуск 50 единиц печей для моллирования стекла, 34 единиц печей для закалки стекла и 25 единиц лазерно-гравировальных станков.

При этом значение целевой функции будет равно 15900000 руб.

Раздел 9

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

9.1. ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим задачу оптимизации инвестиционной фазы проекта в следующей постановке.

Пусть технологическая последовательность выполнения работ этой фазы задана ориентированным ациклическим графом $G(m, n)$, где m — число дуг, n — число вершин. Будем далее полагать, что дуги задают технологическую последовательность выполнения работ, а вершины соответствуют работам. Для выполнения каждой работы i необходимы ресурсы, заданные вектором $a_i = (a_{i1}, \dots, a_{im}, \dots, a_{im+1}, \dots, a_{im1})$.

Будем полагать, что ресурсы вида $1, 2, \dots, m$ — это нескладируемые ресурсы, а ресурсы вида $m+1, \dots, m1$ — складываемые ресурсы. Работа i ($i=1, 2, \dots, n$) может быть выполнена за время t_i , если ей выделены ресурсы в объеме a_i . Прерывать выполнение работ нельзя. Необходимо в условиях технологических ограничений на последовательность выполнения работ, заданных орграфом $G(m, n)$, и ограничений ресурсных, заданных вектором $b = (b_1, \dots, b_m, \dots, b_{m+1}, \dots, b_{m1})$, выполнить все работы инвестиционной фазы проекта. Для решения этой задачи может быть использована схема метода ветвей и границ, заключающаяся в следующем.

Шаг 1. Вычисление нижней границы продолжительности календарного плана на оптимальном решении. В ситуации, когда каждая работа выполняется одним исполнителем, а всего исполнителей M (складываемые ресурсы при этом для всех видов работ в необходимых объемах выделены), нижняя граница T_n вычисляется по следующей формуле:

$$T_n = \max \left\{ S_{кр}, \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n t_i \right\}$$

Здесь $S_{кр}$ — длина критического пути ориентированного графа $G(m, n)$.

Шаг 2. Вычисление верхней границы продолжительности календарного плана на оптимальном решении.

Верхняя граница T_b может быть получена путем формирования допустимого календарного плана и вычисления его продолжительности, которая и будет принята в качестве T_b .

Шаг 3. Если $T_b = T_n$, то решение задачи получено и это будет календарный план, длина которого равна T_b .

Шаг 4. Если $T_b > T_n$, то продолжить анализ допустимых календарных планов, вычисляя при этом каждый раз текущую нижнюю оценку $T_n^{тек}(\tau)$ в момент завершения очередной работы по формуле:

$$T_n^{тек}(\tau) = \tau + \max_{i=1, k} \left\{ S_i^{\cdot}, \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n t_i^{\cdot} \right\}$$

Здесь τ — момент времени завершения одной из работ при формировании текущего допустимого календарного плана;

k — число путей в графе $G(n, m)$;

S_i^{\cdot} — длина пути ориентированного графа S_i^{\cdot} с учетом полного или частичного выполнения работ, входящих в путь с номером i ;

t_i^{\cdot} — длина работы с номером i с учетом полного или частичного ее выполнения к моменту времени τ ;

M — число исполнителей работ.

Если $T_n^{тек}(\tau) \geq T_b$, то формирование текущего календарного плана прекращается, так как его продолжительность будет не менее T_b и, следовательно, он не будет оптимальным.

Если же $T_n^{тек}(\tau) < T_b$, то продолжаем формировать дальше данный календарный план.

Таким образом, при вычислении $T_n^{тек}(\tau)$ каждый раз после окончания очередной работы формируемый план будет либо отброшен, либо будет полностью сформирован.

Обозначим продолжительность полученного нового календарного плана через T^* . Если $T^* < T_b$, то в дальнейшем полагаем T_b равным значению T^* .

Если новое значение $T_b = T_n$, то оптимальный календарный план сформирован. Если $T_b > T_n$, то переходим к анализу очередного допустимого календарного плана.

Продолжая описанную процедуру анализа всех допустимых календарных планов в итоге получим одну из двух ситуаций:

1. При очередной корректировке T_B получим $T_B = T_H$, и в этом случае план продолжительности T_H будем оптимальным.

2. После анализа всех допустимых планов получим $T_B > T_H$. В этом случае оптимальным будет тот календарный план, который соответствует последнему (минимальному) значению T_B .

В ситуации большой размерности задачи (число работ от нескольких сотен до нескольких тысяч) может быть использована схема усеченного метода ветвей и границ, суть которого состоит в том, что не следует добиваться равенства $T_B = T_H$, а следует прекращать после достижения соотношения $(T_B - T_H) \leq \Delta$, где Δ — заданная точность решения задачи.

Рассматривая предыдущую задачу, мы не учитывали влияние интенсивности поставок складированных ресурсов на продолжительность работ.

Будем далее полагать, что интенсивность поставок складированного ресурса для выполнения работы i за время t_i должна быть не менее, чем $q_i(t)$ на интервале времени выполнения работы i ($\tau_i, \tau_i + t_i$).

Если существует отрезок $(\Delta_i^1, \Delta_i^2) \subseteq (\tau_i, \tau_i + t_i)$ на котором реальная интенсивность поставок $M_i(t) < q_i(t) \forall t \in (\Delta_i^1, \Delta_i^2)$, то длительность работы t_i , очевидно, увеличится на величину Δ_i , где

$$\Delta_i = t_i * \left(1 - \frac{\int_{\tau_i}^{\tau_i+t_i} u_i(t) dt}{\int_{\tau_i}^{\tau_i+t_i} q_i(t) dt} \right)$$

Здесь $u_i(t)$ — реальная интенсивность поставки складированного ресурса;

$q_i(t)$ — интенсивность поставки складированного ресурса, которая обеспечивает выполнение работы i за минимальное время t_i .

Скорректировав все длительности работ с учетом данной формулы, далее можно для оптимизации календарного плана использовать метод ветвей и границ, описание которого приведено выше.

9.2. ДВУХКРИТЕРИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ

Если существует накопленная статистика выполнения работ проекта, то длительность каждой работы может быть задана как случайная величина с заданным законом распределения, т.е.

$$t_i = \begin{cases} t_i^1 & p_1 \\ \dots & \dots \\ t_i^m & p_m \end{cases}; p_j \geq 0; \sum_{j=1}^m p_j = 1$$

В этой ситуации эффективность календарного плана может быть оценена по двум показателям:

1. Математическое ожидание длительности календарного плана, рассчитанное исходя из того, что в качестве продолжительности каждой работы выбирается ее математическое ожидание:

$$\bar{t}_i = \sum_{j=1}^m t_i^j P_j$$

2. Риск календарного плана. В качестве количественной оценки риска календарного плана может быть выбрана либо дисперсия его продолжительности, либо вероятность того, что продолжительность календарного плана больше некоторого порогового значения $\Delta_{гр}$.

Рассмотрим пример оценки эффективности календарного плана по этим критериям.

Пусть есть пять работ проекта, $G(m, n) \equiv G(0, n)$, и длительности заданы следующей таблицей:

Таблица 9.1

Распределение продолжительности выполнения работ проекта					
Вероятности	Работы				
	1	2	3	4	5
0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1
0,3	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9
0,5	1	2	3	4	5

Рассчитаем математическое ожидание длительности выполняемых работ по формуле: $\bar{t}_i = \sum_{j=1}^m t_i^j P_j$. Получим: $\bar{t}_1 = 0,95$; $\bar{t}_2 = 1,93$;

$\bar{t}_3 = 2,97$; $\bar{t}_4 = 3,98$; $\bar{t}_5 = 4,98$.

Очевидно, что оптимальный календарный план для 2 исполнителей может быть изображен следующей диаграммой Ганта:

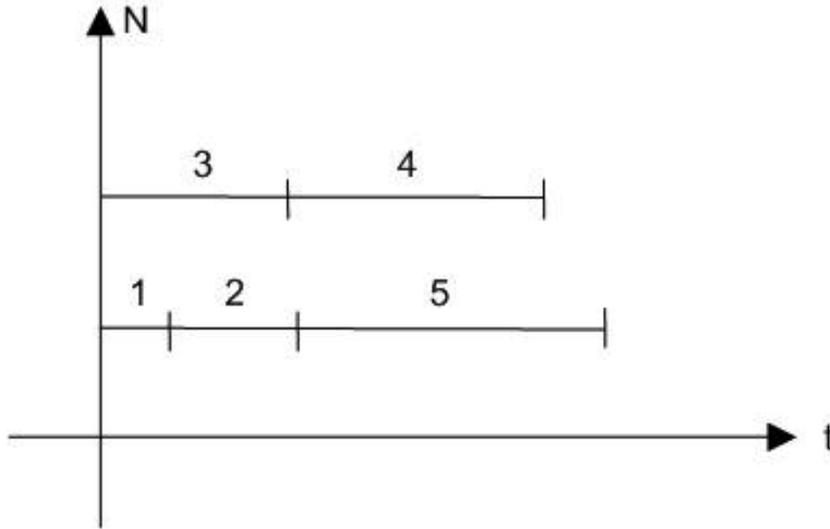


Рис. 9.1. Оптимальный календарный план по критерию минимизации математического ожидания его продолжительности

Продолжительность календарного плана, исходя из того, что в качестве длительности выполнения работ берутся их математические ожидания $T_{\text{опт}} = \bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \bar{t}_5 = 7,9$.

Далее определим риск этого календарного плана исходя из величины дисперсии его продолжительности по формуле:

$$R_1 = \sum_{i \in D_0} d_i^2 \tau_i^2 + 2 \sum_{i \in D_0} \sum_{j \in D_0} d_i d_j \cdot \text{cov}_{ij}$$

Учитывая, что в D_0 входят работы 1,2,5 и рассчитав d_i по формуле $d_i = \frac{\bar{t}_i}{\sum_{j \in D_0} \bar{t}_j}$, получив таким образом, что d_i — это доля мате-

матического ожидания продолжительности работы i в математическом ожидании продолжительности календарного плана, рассчитаем R_1 с учетом формул:

$$\tau_i^2 = \sum_{e=1}^m (\bar{t}_i - t_i^e)^2 \cdot P_e$$

$$\text{cov}_{ij} = \sum_{e=1}^m (\bar{t}_j - t_j^e)(\bar{t}_i - t_i^e) \cdot P_e$$

Второй подход количественной оценки риска календарного плана основан на определении вероятности того, что $T_{\text{опт}} \geq \Delta_{\text{гр}}$. Если в качестве такого граничного уровня взять $\Delta_{\text{гр}} = 8,05$, то с учетом таблицы 9.1 оценка риска по этому критерию равна $R_2 = P\{T_{\text{опт}} \geq 8,05\} = 0,2$.

9.3. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ

При разработке календарного плана проекта, вследствие высокой степени неопределенности и риска, возникает потребность в анализе устойчивости рассматриваемого плана при варьировании некоторых показателей.

Вновь рассмотрим ситуацию, когда технологическая последовательность выполнения работ инновационного проекта задана ориентированным ациклическим графом $G(m, n)$, где m — число дуг, n — число вершин. Будем далее полагать, что дуги задают технологическую последовательность выполнения работ, а вершины соответствуют работам. Работа i ($i = 1, 2, \dots, n$) может быть выполнена за время t_i . Прерывать выполнение работ нельзя. Каждая работа выполняется одним исполнителем.

Оценивая продолжительность выполнения работ календарного плана, лицо принимающее решение (ЛПР) может определять их продолжительности либо исходя из накопленной статистики, либо базируясь на мнении эксперта. В связи с этим детерминированная оценка длительности каждой работы в реальных условиях чаще всего невозможна.

Поэтому продолжительность работы в большинстве случаев может быть оценена либо интервально $t_i \in [t_i^1, t_i^2]$, либо с учетом некоторого возможного возмущения. В первом случае полагается, что продолжительность работы i может быть любым числом из интервала $[t_i^1, t_i^2]$. Во втором случае считается, что наиболее вероятной является продолжительность работ t_i , но возможны отклонения от этой продолжительности на величину не более чем ε ($\varepsilon > 0$).

Таким образом, длина работы i есть диапазон $(t_i - \varepsilon, t_i + \varepsilon)$ ($i = 1, 2, \dots, n$).

Рассмотрим пример, иллюстрирующий различие этих двух подходов [75].

В первом случае длительности работ принимают различные значения на многомерном параллелепипеде.

$$P = \prod_{i=1}^n [t_i^1, t_i^2]$$

Область допустимых значений при интервальном задании длительностей работ изображена на рисунке 9.2.

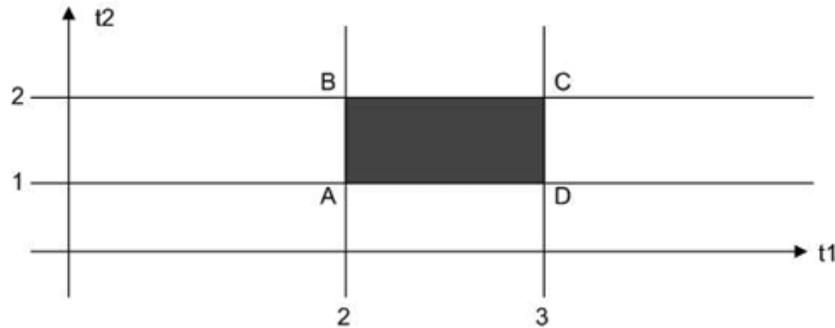


Рис. 9.2. Область допустимых значений при интервальном задании длительностей работ

В двумерном случае длительности работ — это все точки прямоугольника ABCD, если $t_1 \in [2, 3]$; $t_2 \in [1, 2]$.

Во втором случае, если $t_1 = 2$; $t_2 = 1$ и длительность работы может увеличиваться на $\forall \varepsilon > 0$, то множество длительностей работ t_1, t_2 графически можно представить следующим образом (рисунок 9.3):

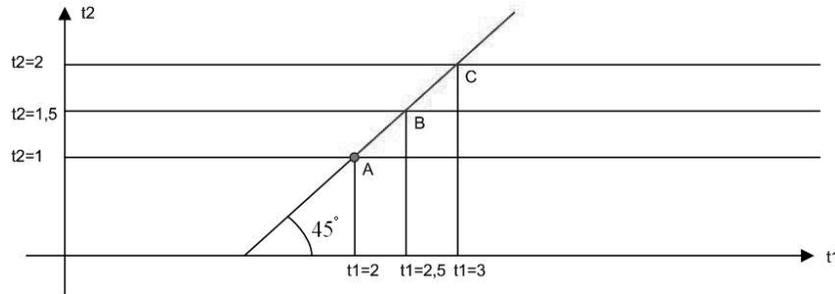


Рис. 9.3. Множество длительностей двух работ при возмущении $\varepsilon \in (0, \infty)$

Таким образом, возможная длительность работ 1 и 2 это луч, начало которого $t_1 = 2$; $t_2 = 1$, и угол наклона которого к оси t_1 равен 45° .

Очевидно, что если величина возмущения ε ограничена, например, $\varepsilon \in [0, 2]$, то множество допустимых значений длительностей работ 1 и 2 в ситуации, когда $t_1 = 2$; $t_2 = 1$ будет отрезок

прямой с координатами $t_1^1 = 2$; $t_2^1 = 1$ и $t_1^2 = 4$; $t_2^2 = 3$. Данная ситуация проиллюстрирована на рисунке 9.4.

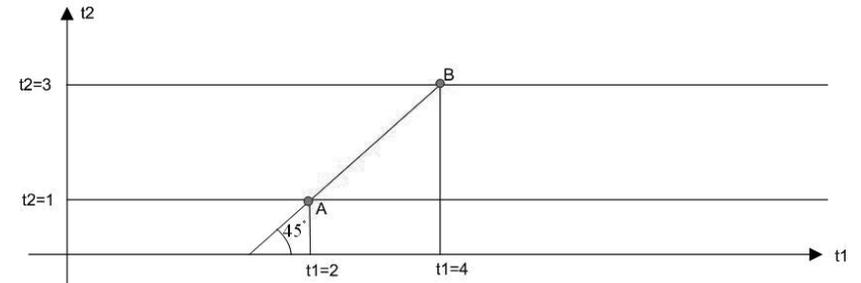


Рис. 9.4. Множество допустимых значений длительностей работ 1 и 2 в ситуации, когда начальные значения длительностей $t_1 = 2$; $t_2 = 1$ и $\varepsilon \in [0, 2]$

В условиях неточного задания длительностей работ необходимо выяснить, как будет меняться оптимальный календарный план при варьировании этих продолжительностей.

Если продолжительности работ могут меняться на многомерном параллелепипеде $P = \prod_{i=1}^n [t_i^1, t_i^2]$, то P может быть разбит на ко-

нечное число многогранников M_j ($j = 1, 2, \dots, N$), обладающих следующими свойствами:

$$\bigcup_{j=1}^N M_j = P$$

Для любого многогранника M_j ($j = 1, 2, \dots, N$) существует календарный план K_j , который остается оптимальным для любого $t \in M_j$ ($j = 1, 2, \dots, N$). Здесь $t = (t_1, \dots, t_n)$ — вектор, координаты которого задают длительности работ i ($i = 1, 2, \dots, n$).

Если работы не прерываемы, то продолжительность оптимального плана может быть представлена следующим образом:

$$T_{opt} = \sum_{i \in D_6} t_i$$

Здесь D_6 — некоторое подмножество работ исходного множества работ Q , т.е. $D_6 \subseteq Q$.

Проиллюстрируем это утверждение на следующем примере. Пусть есть три работы, $G(m, n) \equiv G(0, n)$ Длительности работ заданы интервально $2 \leq t_i \leq 5$, $i = 1, 2, 3$.

Рассмотрим следующий календарный план в условиях, когда работы выполняются двумя исполнителями (рисунок 9.5).

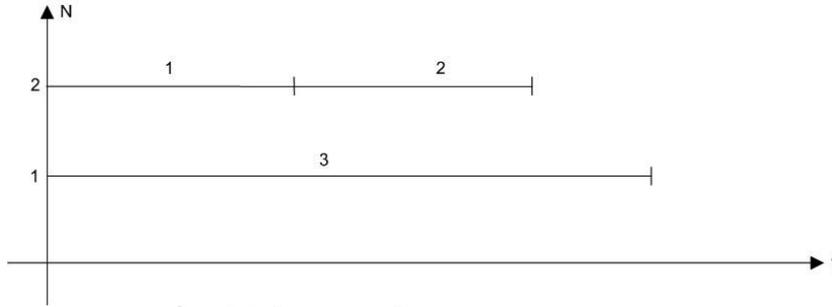


Рис. 9.5. Диаграмма Ганта календарного плана

Здесь работы 1 и 2 выполняет исполнитель 2, а работу 3 выполняет исполнитель 1. Очевидно, что этот план оптимален на следующем множестве точек, задающих длительности работ:

$$\begin{cases} 2 \leq t_1 \leq 5 \\ 2 \leq t_2 \leq 5 \\ 2 \leq t_3 \leq 5 \\ t_1 < t_3 \\ t_2 < t_3 \\ t_1 + t_2 < t_3 \end{cases}$$

Длина оптимального плана равна t_3 . Следовательно, в D_6 входит только работа 3.

Рассмотрим ситуацию, когда длительности всех работ могут увеличиваться на величину $\varepsilon > 0$.

Если непрерываемые работы выполняются K исполнителями, есть N допустимых календарных планов, то продолжительность оптимального плана определяется по формуле:

$$T_{\text{опт}} = \min_{e=1, N} \max_{j=1, K} \{\tau_j^e\} \quad (9.1)$$

Здесь $T_{\text{опт}}$ — продолжительность оптимального плана;

K — число исполнителей работ;

τ_j^e — момент завершения выполнения работ исполнителем j в календарном плане e .

Если длительности всех работ увеличатся на величину $\varepsilon > 0$, то формула (9.1) примет следующий вид:

$$T_{\text{опт}}(\varepsilon) = \min_{e=1, N} \max_{j=1, K} \{\tau_j^e + m_j^e \varepsilon\} \quad (9.2)$$

Здесь m_j^e — число работ, выполняемых исполнителем j в календарном плане e ;

ε — приращение длительности каждой работы.

Из формулы (9.2), в частности, следует, что если план с номером q был оптимален при $\varepsilon=0$, а максимальное число работ, выполняемых исполнителем в плане q равно $m_{\text{max}}^q \equiv m_b^q$ и в D_6^q входят только работы, выполняемые исполнителем b в плане q , то при увеличении работ t_i на любое $\varepsilon > 0$, план q остается оптимальным, если $m_{\text{max}}^q \leq m_{\text{max}}^j$ $j = 1, 2, \dots, N$; $j \neq q$ и продолжительность плана

j определяется работами D_6^j .

Здесь m_{max}^j — максимальное число работ, выполняемых одним исполнителем в плане j ($j = 1, 2, \dots, N$; $j \neq q$).

Иными словами, если есть некоторое множество допустимых планов, продолжительность каждого плана определяется суммой длительностей работ, выполняемых тем исполнителем в каждом плане, который выполняет максимальное число работ.

Если у оптимального плана q максимальное число работ, выполняемых одним исполнителем $m_{\text{max}}^q = m_{\text{max}}^j$ ($j = 1, 2, \dots, N$), то календарный план q остается оптимальным при увеличении всех длительностей работ на любое $\varepsilon > 0$.

Доказательство этого факта следует из того, что:

Длина оптимального плана определяется множеством работ D_6^q , число которых равно m_{max}^q , т.е. $T_{\text{опт}} = \sum_{i \in D_6^q} t_i$.

Для остальных календарных планов их продолжительность

$$T_j = \sum_{i \in D_6^j} t_i > T_{\text{опт}} \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (9.3)$$

При увеличении длительностей работ на любое $\varepsilon > 0$ продолжительности всех планов будут соответственно равны:

$$T_{\text{опт}}(\varepsilon) = \sum_{i \in D_6^q} t_i + m_{\text{max}}^q \cdot \varepsilon$$

$$T^j(\varepsilon) = \sum_{i \in D_6^j} t_i + m_{\text{max}}^j \cdot \varepsilon$$

В силу соотношения (9.3), а также того, что $m_{\text{max}}^q \leq m_{\text{max}}^j$ $j = 1, 2, \dots, N$ получим $T^j(\varepsilon) > T_{\text{опт}}(\varepsilon)$ для любого $\varepsilon > 0$.

В общем случае длина любого допустимого календарного плана может быть определена

$$T^e = \max_{j=1, m} \left\{ \sum_{i \in I_e^j} t_i \right\} \quad e = 1, 2, \dots, N$$

Здесь m — число исполнителей;

I_e^j — множество работ, выполняемых исполнителем j в плане с номером e .

Очевидно, что если длительность всех работ увеличить на $\varepsilon > 0$, то продолжительность календарного плана e будет вычисляться следующим образом:

$$T^e(\varepsilon) = \max_{j=1,m} \left\{ \sum_{i \in I_e^j} t_i + n_e^j \cdot \varepsilon \right\} \quad (9.4)$$

Здесь n_e^j — число работ, выполняемых j -м исполнителем в плане e .

Из формулы (9.4) в частности следует, что существует ε^* , начиная с которого ($\varepsilon^* < \varepsilon < \infty$) длина плана e будет определяться суммарной продолжительностью работ того исполнителя, который выполняет максимальное число работ в данном календарном плане.

Обозначим через r_e^j момент завершения работ, выполняемых исполнителем j в календарном плане e .

Перенумеруем исполнителей по возрастанию числа работ, выполняемых каждым из них, т.е. $p > q$, если $n_e^p > n_e^q$.

Пусть исполнитель с номером λ заканчивает выполнять работы последним, т.е.

$$T^e = \max \left\{ \sum_{i \in I_e^j} t_i \right\} = \sum_{i \in I_e^\lambda} t_i \quad 1 \leq \lambda \leq m$$

Если $\lambda < m$, то графически изменение длительности плана $T^e(\varepsilon)$ при росте ε можно представить следующим образом (рисунок 9.6):

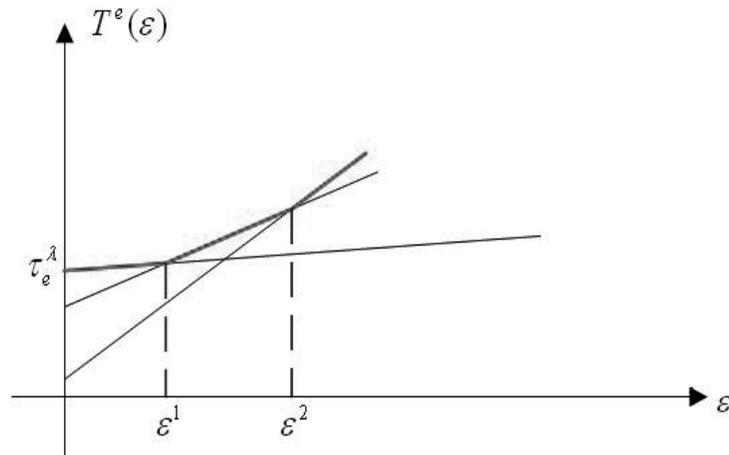


Рис. 9.6. График изменения длительности календарного плана e при росте значения ε

В точках ε_1 и ε_2 меняется траектория роста $T^e(\varepsilon)$ за счет того, что время завершения работ, выполняемых другими исполнителями, растет быстрее при росте ε , чем время завершения работ исполнителем λ .

Таким образом, динамика изменения продолжительности плана e при росте ε представляет собой кусочно-линейную возрастающую функцию $T^e(\varepsilon)$.

Приведем пример, иллюстрирующий сформулированное утверждение.

Обозначим $T^e(\varepsilon)$ момент завершения выполнения работ исполнителем j в календарном плане e при возмущении ε . Как следует из (9.4):

$$T_j^e(\varepsilon) = \sum_{i \in I_e^j} t_i + n_e^j \cdot \varepsilon$$

Очевидно, что

$$\frac{dT_j^e(\varepsilon)}{d\varepsilon} = n_e^j.$$

Следовательно, если при $\varepsilon = 0$ продолжительность плана e определяется как

$$T_e(0) = \sum_{i \in I_e^k} t_i \quad 1 \leq k \leq m$$

и существует исполнитель p , для которого

$$\frac{dT_p^e(\varepsilon)}{d\varepsilon} > \frac{dT_k^e(\varepsilon)}{d\varepsilon} \quad \text{и} \quad \frac{dT_p^e(\varepsilon)}{d\varepsilon} > \frac{dT^j(\varepsilon)}{d\varepsilon} \quad \forall j = 1, 2, \dots, m$$

то существует ε^* , начиная с которого $T^e(\varepsilon) = \sum_{i \in I_e^p} t_i + n_e^p \cdot \varepsilon$ для всех $\varepsilon \in (\varepsilon^*, \infty)$.

В качестве примера рассмотрим следующую диаграмму Ганта (рисунок 9.7).

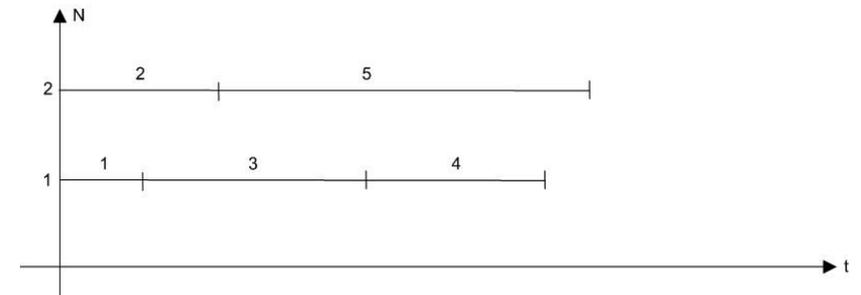


Рис. 9.7. Диаграмма Ганта календарного плана e в ситуации $\varepsilon = 0$

Здесь длительности работ, выполняемые двумя исполнителями, заданы следующим образом $t_1=1; t_2=2; t_3=3; t_4=2,5; t_5=5$.

При $\varepsilon=0$ длина календарного плана определяется суммой длительностей работ, выполняемых вторым исполнителем, т.е. $T(0)=5+2=7=T_2(0)$, т.е. длительность плана определяется временем завершения работ, выполняемых вторым исполнителем.

Определим $\frac{T_1(\varepsilon)}{d\varepsilon}$ и $\frac{T_2(\varepsilon)}{d\varepsilon}$,

где $T_1(\varepsilon)$ и $T_2(\varepsilon)$ — это момент окончания выполнения работ первым исполнителем и вторым исполнителем.

Соответственно

$$\frac{dT_1(\varepsilon)}{d\varepsilon} = (1+3+2,5+3\varepsilon)' = 3$$

$$\frac{dT_2(\varepsilon)}{d\varepsilon} = (2+5+2\varepsilon)' = 2$$

Определим значение ε^* , начиная с которого длительность календарного плана задается моментом завершения работ, выполняемых первым исполнителем.

Для этого решим уравнение

$$T_1(\varepsilon^*) = T_2(\varepsilon^*);$$

$$2+5+2\varepsilon = 1+3+2,5+3\varepsilon;$$

Откуда $\varepsilon^* = 0,5$.

Таким образом, при $\varepsilon \geq 0,5$ длительность календарного плана определяется моментом завершения работ первым исполнителем.

Следовательно, $T_e(\varepsilon)$ определяется следующим образом:

$$T_e(\varepsilon) = \begin{cases} 7+2\varepsilon & 0 \leq \varepsilon \leq 0,5; \\ 6,5+3\varepsilon & 0,5 \leq \varepsilon < \infty. \end{cases}$$

Рассматривая динамику изменения длительности всех допустимых календарных планов, можно определить зону изменения $\varepsilon \in (\varepsilon', \varepsilon'')$ для каждого плана, в которой он будет оптимальным. Процедура определения такой зоны будет состоять в следующем.

Пусть есть N календарных планов, и среди них есть оптимальный план e для ситуации, когда возмущение $\varepsilon=0$.

Для данного плана сформируем функцию $T^e(\varepsilon)$, задающую длину плана в зависимости от величины возмущения ε с использованием формулы (9.4). Аналогичным образом определяется функция $T^j(\varepsilon)$ для любого другого календарного плана. Далее определяется $(dT^j(\varepsilon))/d\varepsilon$ в точке $\varepsilon=0$ для всех $j=1,2,\dots,N$ и формируем подмножество календарных планов D_1 , для которого выполняется соотношение:

$$\left. \frac{dT^i(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} < \left. \frac{dT^e(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} \quad i \in D_1$$

Далее решаем уравнения вида:

$$T^i(\varepsilon) = T^e(\varepsilon) \quad i \in D_1$$

Получим решения вида $\varepsilon_1^1, \dots, \varepsilon_{M_1}^1$,

где M_1 — число элементов во множестве D_1 .

Выбираем $\min_{j \in D_1} \varepsilon_j^1 = \varepsilon_{\min}^1 = \varepsilon_k^1$.

Следовательно, при возмущении $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_k^1$ оптимальным будет оставаться календарный план e . Начиная с величины возмущения ε_k^1 и более оптимальным становится план k . Для того, чтобы определить правую границу возмущения интервала изменения ε , на котором оптимальным будет план k , выполним следующую процедуру.

Сформируем множество календарных планов D_2 следующим образом.

Включим в множество D_2 все календарные планы, удовлетворяющие следующему условию:

$$\left. \frac{dT^i(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon_k^1} < \left. \frac{dT^k(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon_k^1}$$

Далее решаем уравнения вида $T^i(\varepsilon) = T^k(\varepsilon) \quad i \in D_2$ на интервале изменения $\varepsilon \in [\varepsilon_k^1, \infty)$.

Получим решения $\varepsilon_1^2, \dots, \varepsilon_{M_2}^2$.

Выбираем минимальное из этих решений $\min_{j \in D_2} \varepsilon_j^2 = \varepsilon_{\min}^2 = \varepsilon_m^2$.

Таким образом, решение k будет оптимальным при изменении возмущения на интервале $[\varepsilon_k^1, \varepsilon_m^2]$. Учитывая конечность числа решений у каждого уравнения вида:

$$T_i(\varepsilon) = T_j(\varepsilon); \quad i=1,2,\dots,N; \quad j=1,2,\dots,N; \quad i \neq j; \quad \varepsilon \in (0, \infty) \quad (9.5)$$

получим, что интервал изменения его значений $\varepsilon \in (0, \infty)$ можно разбить на конечное число отрезков так, что при изменении возму-

щения в границах одного отрезка остается оптимальным один и тот же календарный план.

Рассмотрим пример, интерпретирующий данное утверждение. Пусть есть 6 работ, выполняемых двумя исполнителями, $M = 2$; $G(m, n) \equiv G(0, n)$. Длительности работ равны $t_i = 1$ $i = 1, 2, 3, 4$; $t_5 = 1, 9$; $t_6 = 2, 1$. Рассмотрим два календарных плана выполнения работ (рисунки 9.8 и 9.9).

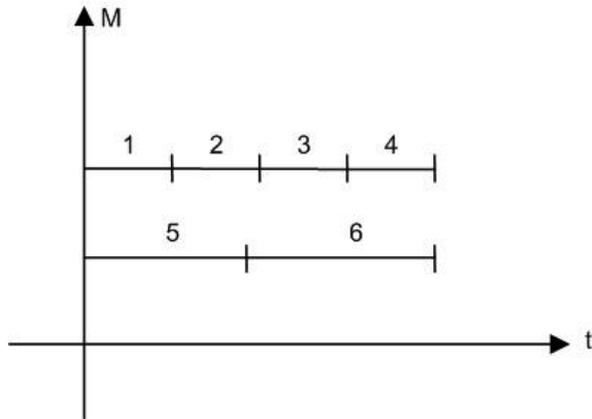


Рис. 9.8. Диаграмма Ганта первого календарного плана

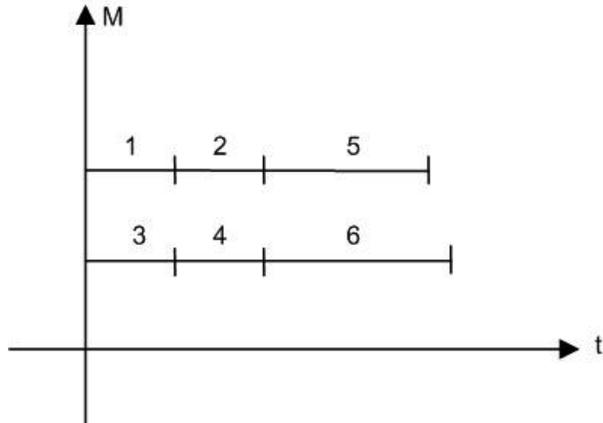


Рис. 9.9. Диаграмма Ганта второго календарного плана

Легко видеть, что первый календарный план будет оптимальным при $\varepsilon = 0$.

$$T^1 = \max\{1 + 1 + 1 + 1; 2, 1 + 1, 9\} = 4$$

$$T^2 = \max\{1 + 1 + 1, 9; 1 + 1 + 2, 1\} = 4, 1$$

Если длительности всех работ увеличить на $\varepsilon > 0$, то продолжительности планов соответственно будут равны:

$$T^1(\varepsilon) = \max\{4 + 4\varepsilon; 4 + 2\varepsilon\}$$

$$T^2(\varepsilon) = \max\{3, 9 + 3\varepsilon; 4, 1 + 3\varepsilon\}$$

Очевидно, что длина первого плана при возмущении ε будет равна:

$$T_1(\varepsilon) = 4 + 4\varepsilon.$$

А второго плана:

$$T_2(\varepsilon) = 4, 1 + 3\varepsilon.$$

Учитывая, что:

$$\frac{dT_1(\varepsilon)}{d\varepsilon} > \frac{dT_2(\varepsilon)}{d\varepsilon} \quad (9.6)$$

для некоторого $\varepsilon^* > 0$ произойдет переход на другой оптимальный план.

Для того, чтобы определить это граничное значение $\varepsilon^* > 0$ решим следующее уравнение:

$$4 + 4\varepsilon = 4, 1 + 3\varepsilon$$

Отсюда $\varepsilon = 0, 1$.

Следовательно, возмущение, начиная с которого оптимальным будет второй календарный план, $\varepsilon^* = 0, 1$.

Графически эта ситуация может быть отражена следующим образом (рисунок 9.10):

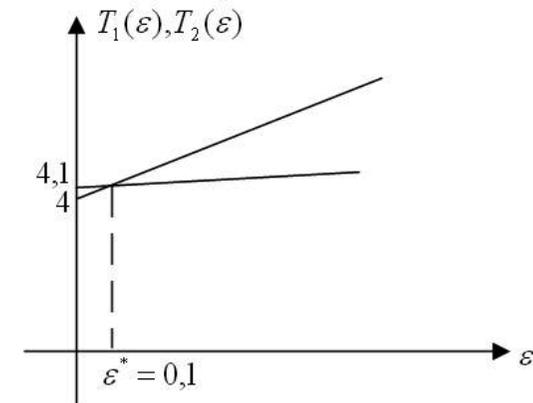


Рис. 9.10. Точка перехода к новому оптимальному календарному плану

Таким образом, рассмотрен пример оценки интервала устойчивости календарного плана.

Раздел 10

АНАЛИЗ ФАКТОРИНГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В РОССИИ И В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

10.1. ЦЕЛЬ ФАКТОРИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Российский рынок факторинга, увеличившийся более чем в десять раз за последние несколько лет, может быть сравним с факторинговым рынком Европы 80-х годов, переживавшим в то время пик своего развития. До кризиса ликвидности 2008 года, затронувшего все страны, включая Россию, основными стимулами спроса на факторинг были положительные тенденции в российской экономике, стабильная политическая ситуация, рост конкуренции в секторе товаров потребительского рынка и преимущества факторинга перед другими финансовыми продуктами. Еще два-три года назад факторы (специализированные факторинговые компании или банки, оказывающие услуги факторинга наряду с традиционным набором коммерческих услуг) занимались активным поиском клиентов, теперь ситуация изменилась — клиенты самостоятельно приходят к финансовым агентам. Начала расти осведомленность клиентов о факторинге и спрос на эту услугу, что, в свою очередь, побуждает финансовых агентов расширять ассортимент предлагаемых услуг. При этом новые факторы сталкиваются с теми же трудностями: несовершенством российского законодательства, завышенной стоимостью средств автоматизации, отсутствием четких методик анализа и оценки риска, разделенного между клиентом и его дебитором. Последнее вынуждает финансовых агентов разрабатывать собственные методики по оценке риска, а также по расчету доходности от факторингового договора. Возникшие в конце 2008 года тенденции рецессии в экономиках всех стран отразились и на развитии факторинговой области в нашей стране. Должники факторов становились неплатежеспособными, увеличились сроки и объемы неплатежей по уступленным долгам. Многие факторы закрыли факторинговые подразделения, чтобы остановить растущий на их балансе убыток. На рынке остались функционировать те факторы, которые придерживались строгой политики риск-менеджмента и следовали адекватным методикам оценки риска факторингового портфеля. Учитывая обозначенные непростые условия для повышения эффективности управления факторинговым портфелем, факторам необходимо было использовать количественные методы и модели оценки эффективности факторинговых кон-

трактов. Обозначенные модели исследованы и описаны на примерах в следующих главах книги и являются практически важными и актуальными для субъектов финансового сектора экономики РФ не только в условиях финансового кризиса, но и в условиях послекризисной экономики.

В целях настоящего исследования авторами книги была изучена иностранная и отечественная литературы. И здесь можно сделать вывод о недостаточной освещенности факторинга российскими учеными и исследователями, что, очевидно, связано с «молодостью» данного продукта для российского рынка, его пока еще незначительной ролью для экономики нашей страны¹, а также отсутствием интереса со стороны научного сообщества. В связи с этим появляется все больше тематических и узкоспециализированных изданий практического характера, публикуемых экономистами, работающими в данной области. Надо отметить весомый научно-аналитический вклад в исследование факторингового рынка России Рейтингового агентства «Эксперт РА», которое ежегодно проводит анализ деятельности основных отечественных факторов и публикует результаты своих исследований.

Исследование зарубежной литературы, которая представлена обширно в области факторинга, приводит к противоположным выводам и говорит о высоком внимании иностранных ученых к факторинговым услугам, которые получили свое распространение в Европе во второй половине XX века, придя из США с более чем столетней историей развития².

Методическая часть настоящего исследования, проведенного в данной книге, основана на исследованиях теории портфельных инвестиций, которые являются классическими в области оценки инвестиций и имеют широкое практическое применение на финансовых рынках. Авторами были использованы результаты основоположников математических моделей управления портфельными инвестициями Е. Фамы, Г. Марковица, Д. Тобина и Уильяма Ф. Шарпа.

Итак, целью нашего исследования является разработка моделей выбора оптимального факторингового портфеля, определения его доходности, оценки риска и разработка на их основе методов управления портфелем.

¹ Для справки: при объеме 3,5 млрд долл. в 2014 году доля «рыночных» факторинговых сделок в ВВП России составила 0,5%. При этом в Великобритании и Италии доля факторинга равна 10% от ВВП, по данным <http://www.raexpert.ru>.

² Автореферат на диссертацию «Эффективная организация факторингового бизнеса», Покаместов И.Е. С. 3.

Объектом настоящего исследования являлись услуги факторов, оказываемые ими на российском и международных рынках. Предметом исследования был процесс оптимизации факторами факторинговых портфелей, состоящих из множества дебиторов, которые имеют определенный набор финансовых параметров, при принятии решения по заключению сделки с новым клиентом или при просмотре уже сформированного факторингового портфеля.

Практическая значимость и апробация результатов работы продемонстрированы на примерах с расчетами для существующих предприятий и реальных ситуаций. Предложенные и сформулированные в работе модели по оценке риска и доходности факторингового портфеля, а также проведенная классификация факторинговых рисков могут быть использованы в практической деятельности финансовых агентов, страховых компаний, предприятий-потребителей факторинговых услуг, в работе государственных органов как исполнительной, так и законодательной власти, а также ассоциациями профессиональных участников факторинговой деятельности.

10.2. ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ ФАКТОРИНГА

Еще несколько лет назад банкам и факторинговым компаниям (фактора¹) приходилось усиленно привлекать и искать клиентов факторинговых продуктов, а затем рассказывать, что собой представляет данная услуга, и объяснять, в чем ее преимущества перед другими банковскими продуктами. В последнее время ситуация сильно изменилась и коммерческие предприятия сами все чаще и чаще обращаются в банки за факторинговым обслуживанием. Правда, это не всегда связано с повышением информативности рынка о факторинге как таковом, а больше с все возрастающим количеством клиентов факторинговых компаний и банков, что заставляет организации, еще не использующие факторинг, идти по пути конкурентов, широко его применяющих.

При этом факторинг является очень перспективным направлением бизнеса в России. При общем объеме рынка торговых кредитов с отсрочкой платежа в размере 240 млрд долларов США, объем всего рынка факторинга не превысил 20,2 млрд долларов США². Кризисная ситуация несколько замедлила темпы развития факторинговой отрасли, но оценки экспертов этой области остаются позитивными в силу определенного набора факторов.

¹ Factor — английское слово, в переводе означающее комиссионер, посредник. Фактор — это факторинговая компания или банк, предоставляющие факторинговые услуги.

² По данным рейтингового агентства «Эксперт РА» (исследование факторингового рынка России в 2007 году): http://www.raexpert.ru/researches/factoring/factoring1_07/part2/

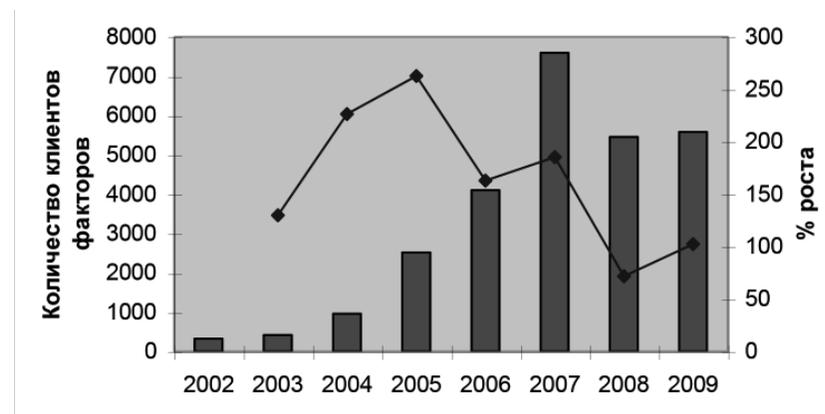


Рис. 10.1. Количество клиентов факторов за период с 2002 по 2009 гг.¹

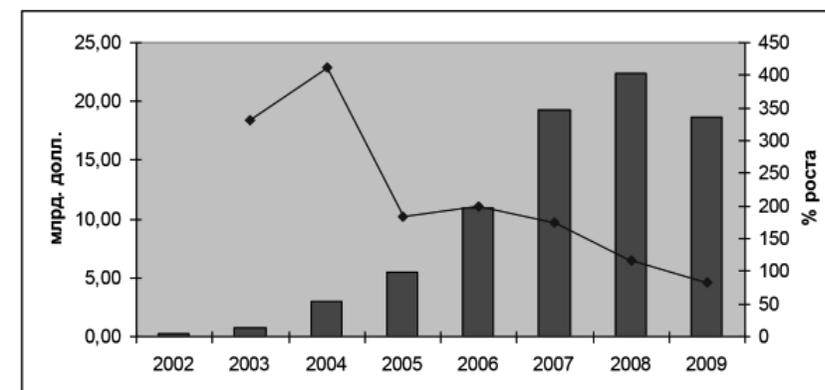


Рис. 10.2. Темпы прироста рынка факторинга за 2002–2009 гг.²

Прежде всего, доходность по данным операциям в несколько раз выше, чем в случае с традиционным банковским кредитованием (традиционно, при факторинговом обслуживании клиентом уплачивается несколько видов комиссионного вознаграждения³), задолженность является краткосрочной (см. рис. 10.3), а риски по таким сделкам при их правильном управлении намного ниже (тема будет раскрыта подробнее в следующих главах книги). Кроме этого, фак-

¹ Источник: «Эксперт РА» по данным анкет факторов, участвующих в ежегодных исследованиях агентства, данные 2009 года — прогнозные.

² Там же.

³ Подробнее виды комиссий, взимаемых факторами, будут рассмотрены далее.

торинг имеет преимущества для клиента перед кредитными банковскими продуктами: при факторинговом обслуживании не требуется залоговое обеспечение и оформление множества документов¹. Необходимо лишь уведомить покупателей об изменении реквизитов для оплаты платежа².

Подробному изучению перечисленных и других положительных сторон, а также сложностей, возникающих при работе у организаций, предлагающих рассматриваемый продукт, и будет посвящен текущий раздел нашей работы.

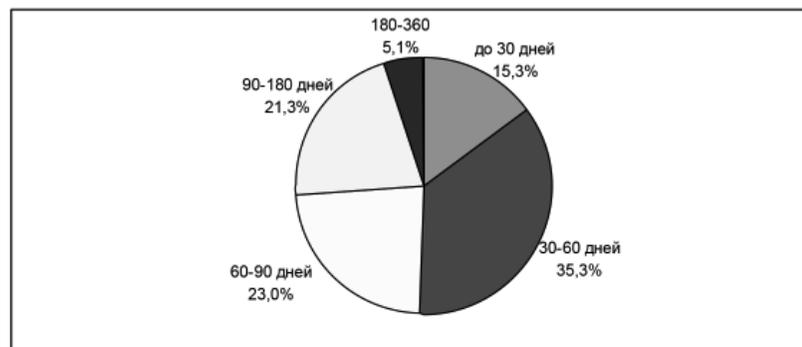


Рис. 10.3. Сроки факторинговых сделок, взвешенные по стоимости, в 2016 году. Источник: Эксперт РА, «Российский рынок факторинга — 2016», с. 12

Прежде всего необходимо дать понятие данной услуги. Здесь мы сразу же сталкиваемся с некоторыми трудностями, так как в нашей стране не существует официального определения «факторинг», закрепленного каким-либо правовыми актами, документами. В Российской Федерации все факторинговые отношения регулируются лишь Гражданским кодексом³, согласно которому вводится понятие «финансирование под уступку денежного требования». В Кодексе так определены характерные черты данной услуги: «по **договору финансирования под уступку денежного требования** одна сторона (финансовый агент) передает или обязуется передать другой стороне (клиенту) денежные средства в счет денежного

¹ С.Е. Пушторский «Экономический вестник фармации», 2002, № 9 (55); Никитин А.В., Ковалев Д.А. «Развитие факторинговых операций в коммерческих банках России», Финансовый бизнес, май-июнь, 2005, с. 27; И.Е. Покаместов «Факторинг», учебное пособие, Москва, 2004, с. 27.

² М. Хромов «Дебиторка. Возврат, управление, факторинг», СПб.: Питер, 2008, с. 48.

³ 43-я глава ГК РФ от 26.01.1996 № 14-ФЗ, Часть вторая «Финансирование под уступку денежного требования».

требования клиента (кредитора) к третьему лицу (должнику), вытекающего из предоставления клиентом товаров, выполнения им работ или оказания услуг третьему лицу, а клиент уступает или обязуется уступить финансовому агенту это денежное требование» [3]. На протяжении всей 43-й главы, посвященной услуге финансирования под уступку денежного требования, ни разу не возникает в контексте понятия «факторинг», которое тем не менее полноценно отождествляется с понятием «финансирование под уступку денежного требования» как практикующими юристами, так и авторами-теоретиками. К примеру, юрист А.Е. Оленин в своей статье «Финансирование под уступку денежного требования»¹ дает следующее определение факторинга: «Факторинг представляет собой уступку права денежного требования, разновидность которой давно известна в гражданском законодательстве в виде цессии».

Аналогично профессор МГЮА А.М. Эрделевский наравне оперирует понятиями «факторинг» и «финансирование под уступку денежного требования»: «Поскольку уступка денежного требования является предметом договора факторинга, целесообразно остановиться на этом договоре более подробно. Согласно статье 824 ГК РФ по договору финансирования под уступку денежного требования, который иначе называется договором факторинга, одна сторона (финансовый агент) ... (далее цитируется статья ГК РФ уже обозначенную выше). Как видно из этого определения, договор факторинга является возмездным, он может быть как реальным, так и консенсуальным»².

Так происходит потому, что в международном праве, в которое Россия потихоньку интегрируется, как и все остальные страны мирового сообщества, уже давно введено понятие факторинга, которое активно используется в международных торговых отношениях. Произошло это в Оттаве 28 мая 1988 года, тогда была подписана Конвенция УНИДРУА³ «О международном факторинге», устанавливающая общие юридические рамки международных факторин-

¹ А.Е. Оленин «Финансирование под уступку денежного требования», Аудиторские ведомости, № 7, 2001; см. также С.П. Гришаев, к.ю.н., «Договор факторинга», Деньги и кредит, 11/2001.

² Эрделевский А.М. «Цессия и факторинг», БиНО: Некоммерческие организации, 2012, № 10, с. 57; см. также А.Г. Братко, д.ю.н., профессор МГЮА «Факторинг: быть или не быть?», Бизнес и банки, № 39, октябрь 2005; М. Катвицкая «Договор факторинга», МИМЭО, Право и экономика, 2008 №4.

³ UNIDROIT Convention on International Factoring, УНИДРУА — Международный институт унификации частного права. Конвенция подписана 14 государствами, ратифицирована Италией, Нигерией и Францией и вступила в силу в 1995 году.

говых операций и контроль за равновесием интересов участников факторинговой сделки (договора). Положения, закрепленные в Конвенции, используются законодателями многих стран в качестве основы при разработке специального правового регулирования этого вида договоров. Материалы конвенции использовались и российскими законодателями при принятии соответствующих норм Гражданского кодекса.

Согласно Конвенции УНИДРУА, к которой Россия не присоединилась до настоящего времени, «под факторинговым контрактом понимается контракт, заключенный между одной стороной (поставщиком) и другой стороной (финансовым агентом), в соответствии с которым:

1. Поставщик должен или может уступать финансовому агенту денежные требования, вытекающие из контрактов купли-продажи товаров, заключаемых между поставщиком и его покупателями (должниками), за исключением контрактов, которые относятся к товарам, приобретаемым преимущественно для личного, семейного и домашнего использования.

2. Финансовый агент выполняет, по меньшей мере, две из следующих функций:

2.1) наличие кредитования в форме предварительной оплаты долговых требований;

2.2) бухгалтерская обработка счетов поставщика, относящихся к денежным требованиям, ставшими предметами уступки права требования;

2.3) получение выручки от должников (инкассирование);

2.4) защита интересов поставщика в связи с неплатежеспособностью его должников.

3. Должники должны быть уведомлены о состоявшейся уступке требования».

В отличие от западных стран, в которых оказываются все четыре из перечисленных выше видов услуг, российскими факторами из четырех перечисленных пунктов оказываются чаще всего 2.1 и 2.3. Риск неплатежеспособности со стороны должника клиента финансовый агент берет на себя редко¹.

Статья 824 ГК РФ не содержит такого расширенного определения факторинга, которое принято в международной практике. Однако с точки зрения юристов, наличие в определении «финансирования под уступку денежного требования» только пункта 2.1 из Конвенции УНИДРУА не может ограничивать финансового агента предоставлением только финансирования клиенту, так как также статьей 824

¹ Исключение составляет Банк «НФК», факторинговые услуги которого максимально приближены к мировым стандартам и который оказывает своим клиентам также услугу под пунктом 2.4.

предусмотрено «предоставление клиенту иных финансовых услуг», включая «ведение для клиента бухгалтерского учета» (пункт 2.2 по Конвенции о международном факторинге), а также услуг, «связанных с денежными требованиями, являющимися предметом уступки» и предусмотренных заключенным договором.

Таким образом, ввиду наличия аналогии в определениях Конвенции УНИДРУА и ГК РФ исторически сложилось, что слово «*factoring*» крепко укоренилось на российском финансовом рынке и применяется в деловом обороте при кредитных отношениях как юристами и банковскими специалистами, так и финансовыми экспертами и представителями регулирующих и исполнительных органов власти.

Хотя существуют мнения специалистов данной области, согласно которым основной причиной, сдерживающей широкую экспансию факторинговых услуг в нашей стране как раз является недостаточная определенность в законодательной сфере относительно трактовки экономической сущности факторинга, а также наличие противоречий в законодательстве, касающихся лицензирования факторинговых операций. До недавнего времени данные операции могли осуществляться только банки¹. В части 3 статье 5 Федерального закона «О банках и банковской деятельности» среди прочих сделок, которые вправе осуществлять кредитные организации (банки), законодатель называет финансирование под уступку денежного требования (факторинг). В статье 825 части второй Гражданского кодекса РФ было указано, что факторинговые операции разрешается проводить коммерческим (в том числе некредитным) организациям, но они должны иметь лицензию².

На деле получалось, что, по определению, кредитным организациям лицензия не нужна, и они имеют право совершать факторинговые сделки, а некредитным организациям для предоставления факторинговых услуг необходимо получить лицензию у органа, который в ст. 43 не был определен, так же, как и не был определен порядок получения необходимого разрешения.

Если в свете данной неопределенности для ее прояснения обратиться к Федеральному закону № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности», то мы увидим, что:

¹ В. Москвин, д.э.н., Л. Кожина, ст. кредитный аналитик банка «Сосьете Жернераль Восток», «Развитие факторинговых услуг в России», Инвестиции в России, № 8, 2017, с. 13.

² Ст. 825 ГК РФ гласит: «В качестве финансового агента договоры финансирования под уступку денежного требования могут заключать банки и иные кредитные организации, а также другие коммерческие организации, имеющие разрешение (лицензию) на осуществление деятельности такого вида».

1) факторинг не включен в перечень видов деятельности, подлежащей лицензированию;

2) также не определен орган, который занимался бы лицензированием факторинговой деятельности.

Поэтому юристы, специализирующиеся в области факторинга, считали рискованным начинать факторинг той организации, которая не относится к категории кредитных организаций, объясняя это тем, что сделка действительна только тогда, когда она соответствует закону и не вступает с ним в противоречие. Здесь же очевиден риск, поскольку в ГК РФ сказано одно, в других законах — другое¹.

Обозначенное опасение подтверждалось реально существующими решениями судебных учреждений о признании договора факторинга, заключенного с факторинговой компанией, не являющейся кредитной организацией и оказывающей услуги факторинга без лицензии, недействительным².

На практике данная правовая коллизия приводила к тому, что появлялись диаметрально противоположные решения относительно того, нужна или нет лицензия для ведения факторинговой деятельности, а также противоречивые разъяснения, письма и инструкции³ различных органов власти по данному вопросу, без появления официального документа, разрешающего факторинговые противоречия в российском гражданском праве.

Но несмотря на такие серьезные законодательные противоречия и разночтения, количество специализированных факторинговых компаний (некредитных организаций) неукоснительно росло и составило в 2007 году восемь компаний⁴. Руководство

¹ А.Г. Братко, д.ю.н., профессор МГЮА «Факторинг: быть или не быть?», Бизнес и банки, № 39, октябрь 2015, с. 2; см. также Е.И. Голикова «Факторинг: актуальные вопросы права, учета и налогообложения», с. 98.

² Постановление ВАС РФ от 30 июня 1998г. № 955/98 о признании недействительным договора факторинга от 14.03.97 №. 14 Международной торгово-факторинговая компания «Славия» с муниципальным унитарным предприятием «Водоканал», а также решение Арбитражного суда г. Москвы от 14.06.2000 по делу № А40-13580/00-10-108, постановление Федерального арбитражного суда Московского округа от 03.02.2003 № КГ-А40/68-03.

³ ФАС Московского округа в постановлении от 25 марта 2013 г. № КГ-А41/1557-13 указал, что ошибочным является довод о невозможности уступки банком (кредитной организацией) права требовать возврата кредита лицу, не являющемуся кредитной организацией, а также постановление Федерального арбитражного суда Уральского округа от 04.01.2001 №Ф09-1969/2000

⁴ Эксперт РА, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Москва, 2008, с. 134.

таких компаний объясняло и объясняет сейчас свой рискованный шаг осведомленностью законодательной власти о существующих юридических недоработках и рассчитывало на скорейшее устранение данных недостатков¹, после чего их присутствие на рынке стало бы с юридической точки зрения более надежным и законным. Тем не менее часть факторинговых компаний формально имели банковскую лицензию, а часть были структурными подразделениями банков (департаменты факторинга), которые были выделены в отдельное юридическое лицо. По второму пути пошли такие банки, как ОАО «ТрансКредитБанк», Национальный Банк «ТРАСТ».

Но обоснованные доводы и факты, четко указывающие на законодательные несоответствия, были доведены первыми участниками факторинговой отрасли до законодателей и окончательно разрешены президентом РФ Медведевым Д.А. Президент подписал федеральный закон «О внесении изменения в статью 825 части второй Гражданского кодекса РФ и признании утратившей силу статьи 10 федерального закона “О введении в действие части второй Гражданского кодекса РФ”»². Закон был принят Госдумой 25 марта 2009 года и одобрен Советом Федерации 1 апреля 2009 года. В соответствии с законом, любые коммерческие организации в качестве финансового агента могут заключать договоры финансирования под уступку денежного требования. Таким образом, закон снял противоречие ГК РФ с законом «О лицензировании отдельных видов деятельности», существовавшее в течение нескольких лет, и дал возможность кредитным организациям не просто рассматривать, но вплотную заняться вопросом выделения своих факторинговых департаментов в независимые структуры.

Плюсы в деятельности специализированных факторинговых компаний по сравнению с кредитными организациями очевидны, и они также не могут не способствовать выделению факторинговых подразделений в отдельные структуры.

¹ В 2005 году Министерство экономического развития и торговли (МЭРТ) выступило с предложением об отмене лицензирования факторинговых операций. МЭРТ разработало законопроект о внесении изменений в ст. 825 ГК РФ с целью приведения кодекса в соответствие с законом «О лицензирование отдельных видов деятельности». На текущий момент поправки в ГК не внесены, хотя их внесение было запланировано правительством России на июль 2005.

² Федеральный закон от 09.04.2009 № 56-ФЗ: Статья 1 «Внести в статью 825 части ГК РФ (Собрание законодательства РФ, 1996, № 5, ст. 410) изменение, изложив ее в следующей редакции: “Статья 825. Финансовый агент. В качестве финансового агента договоры финансирования под уступку денежного требования могут заключать коммерческие организации”».

Прежде всего, отдельная факторинговая организация становится свободной от жестких рамок, которые диктуют каждому коммерческому банку положения и инструкции ЦБ и которым банки обязаны подчиняться. Отсутствие регулирующего органа дает специализированным фактор-компаниям возможность гибкости в управлении и позволяет построить внутреннюю политику (включая риск-менеджмент) по сугубо своим правилам. Отменяется создание резервов на возможные потери по ссудам и задолженности, приравненной к ссудной¹, что увеличивает финансовую маневренность фактора, так как при факторинговых операциях нередко просрочки более 5 дней. Очевидно, что «замороженные» резервные пассивы не могут использоваться банками для предоставления финансирования, что уменьшает оборотный капитал кредитной организации как в целом, так и по данной конкретной операции и, следовательно, снижает ее прибыль.

Новая редакция Положения Банка России 254-П, вступившая в силу с 1 июля 2009 года, сделала еще более актуальной для кредитных организаций отделение факторинговых подразделений в отдельную компанию, так как банки стали обязаны проводить оценку дебиторов клиентов, заключающих договоры факторинга, и также брать это в расчет резервов по факторинговым операциям. Размер резервов может достигать 100% от объема факторинговых операций в случае несвоевременного предоставления дебитором в банк годовой бухгалтерской отчетности. Так как по классическим факторинговым схемам дебитор не подписывает с фактором договора факторинга и не является клиентом фактора, то он не заинтересован в предоставлении подобной отчетности фактору или своему поставщику, что на практике вызывает существенные затруднения в получении необходимой информации и, следовательно, в проведении обязательной оценки дебиторов и увеличивает резервы факторов или же размер штрафных санкций со стороны ЦБ РФ за их создание не в полном объеме.

Отдельно нужно рассмотреть часто возникающие просроченные платежи по уступленным фактору денежным требованиям. Так как большие просрочки в оплате являются общераспространенной особенностью поставок с отсрочкой платежа для российского рынка торговли (см. рис. 10.4), и в большинстве случаев договоры по-

¹ Согласно Приложению 1 к Положению Банка России от 26.03.2014 № 254-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности» денежные требования кредитной организации по сделкам финансирования под уступку денежного требования (факторинг) включены в перечень денежных требований и требований, вытекающих из сделок с финансовыми инструментами, признаваемых ссудами.

ставки не содержат для покупателя штрафных санкций за несвоевременную оплату товара, ничто не стимулирует дебитора платить вовремя факторинговой компании. При этом у банков мало рычагов воздействия на клиента (кроме заключения регрессного договора факторинга, который предусматривает право требования к поставщику в случае неплатежа от покупателя и который будет подробнее рассмотрен в следующем пункте настоящего раздела) и еще меньше — на дебитора (кроме обращения в суд). Если просроченный платеж превышает 5 дней с полагающейся даты оплаты, то банки вынуждены опять увеличивать размер расчетных резервов и следовательно уменьшать свои «оборотные» финансовые ресурсы. В текущих кризисных условиях для экономик всех стран, включая Россию, сроки просрочек платежей со стороны покупателей будут только расти, что также скажется на тенденции факторов, являющихся банковскими организациями, основать факторинговые компании как отдельное юридическое лицо.

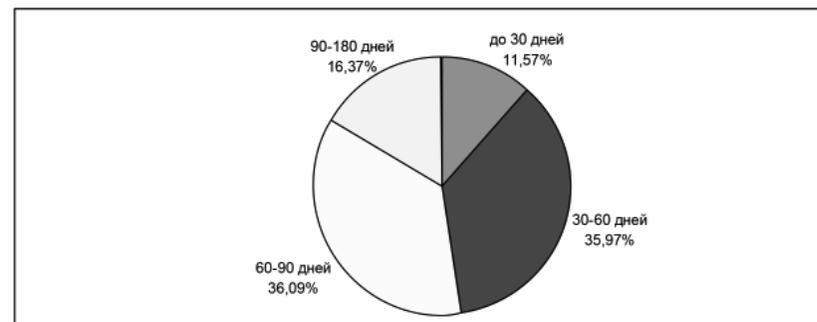


Рис. 10.4. Распределение сделок, по которым было отмечено несвоевременное погашение в 2016 году. Источник: Эксперт РА, «Российский рынок факторинга — 2016», с. 12

Отмечая также то, что факторы предоставляют клиентам не только услуги по финансированию, но и берут на себя определенные кредитные риски клиента, получается, что факторинговая компания, как независимая от банка структура, — это также аутсорсинг части управления рисками — кредитными и ликвидными¹. Правда, если посмотреть на данное заключение с другой стороны, в этом же преимуществе заключается и недостаток для факторинговых организаций. Вынужденные работать в условиях ограниченности финансовых ресурсов, специализированным факторинговым компаниям необходимо более четко отслеживать все денежные потоки во избежание проблем

¹ О.В. Гришина, А.А. Земцов, П.А. Самиев «Лицензирование факторинговых операций», Аудитор, № 8, 2016, с. 50.

с недостатком ликвидности, так как они завязаны на одну операцию, в отличие от банковских структур, и не имеют возможности диверсификации рисков. Поэтому факторинговые компании, сталкиваясь с необходимостью заимствования ресурсов, зачастую вынуждены устанавливать лимиты на клиентов в меньших объемах и, следовательно, в силу платности привлеченного капитала, увеличивать стоимость оказываемых факторинговых услуг на плату за приобретение ресурсов¹ — комиссия за открытие и проценты за использование собственной кредитной линии, открытой обычно в кредитной организации, от которой отсоединилась факторинговая компания.

На основании вышеизложенных фактов можно с полной уверенностью предположить, что недостаточно детально разработанная теоретико-законодательная база факторинговых отношений ведет к возникновению ряда сложностей у финансовых агентов на практике, в силу совершенного отсутствия какой-либо официально рекомендуемой методологии ведения факторинговых операций.

В международном опыте существуют устоявшиеся принципы проведения факторинговых операций и разработаны методики оценки рисков при факторинговом кредитовании. Проводится анализ кредитоспособности клиента и его дебиторов и анализ факторинговой деятельности компании. Вследствие же новизны факторинговых правовых отношений для российской экономики и отсутствия глубокой нормативной базы, принципы, заложенные в ГК РФ, а также общие инструкции и положения Центрального банка РФ имеют множественную трактовку и не ограничивают факторинговые отношения на территории Российской Федерации четкими однозначными рамками. Кроме этого, отсутствуют устоявшиеся правила делового оборота в факторинговой области. Это приводит к различным трактовкам, видам и способам факторингового обслуживания, а также методам оценки риска. Подробнее перечисленные аспекты будут рассмотрены далее.

10.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ФАКТОРИНГОВЫХ СДЕЛОК В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Остановимся подробнее на том, что собой представляет факторинг для клиентов на сегодняшний день. Это комплекс финансовых услуг, оказываемых фактором клиенту в обмен на уступку его дебиторской задолженности. Комплекс финансовых услуг включает в себя финансирование производимых поставок товаров, страхование кредитных рисков и управление дебиторской задолженностью клиента, включая работу с дебиторами по своевременной оплате.

¹ О.В. Гришина, А.А. Земцов, П.А. Самиев «Лицензирование факторинговых операций», Аудитор, № 8, 2016, с. 50.

Схема факторинга очень простая. Поставщик отгружает продукцию покупателю на условиях отсрочки платежа. Транспортные документы передаются поставщиком или покупателем (в зависимости от условий факторингового договора) фактору, который платит продавцу по накладным за отгруженный товар от 50% до 100% долга покупателя. Процент оплаты зависит от структуры сделки, продолжительности отсрочки оплаты, рисков, связанных с работой клиента, а также количества возвратов по отгружаемому товару. Денежные требования, предоставляемые фактору на финансирование, не должны быть просроченными. Иными словами, финансовый агент может профинансировать денежное требование в любой день срока отсрочки по договору поставки, при условии предоставления самих денежных требований, но не позднее последнего дня оплаты дебиторской задолженности.

Затем покупатель переводит на счет факторинговой компании деньги в размере стоимости товаров, поставленных компанией на условиях отсрочки платежа, если фактором производилась оплата до 90% (см. рис. 10.5), или же доплачивает к стоимости поставленной продукции еще и комиссии за факторинговую услугу (см. рис. 10.6). После этого только по схеме финансирования поставщика факторинговая компания переводит остаток суммы поставщику.



Рис. 10.5. Схема финансирования поставщика¹

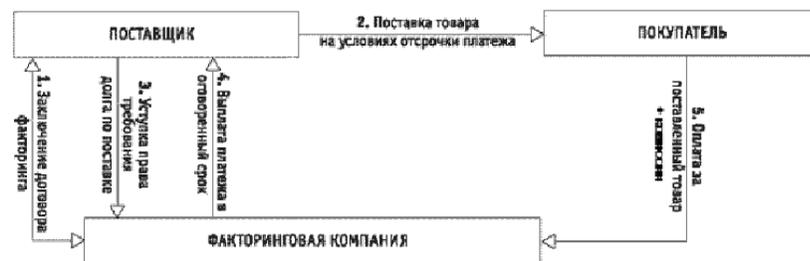


Рис. 10.6. Схема финансирования покупателя

¹ <http://www.raexpert.ru>

Суть факторингового обслуживания, главным образом, заключается в том, что оно дает возможность покупателю отсрочить платежи, а поставщику получить основную часть оплаты за товар сразу после его поставки. Рассмотрим основные виды факторинговых сделок, существующие в нашей стране и мировой практике на сегодняшний день, а также подробнее разберем риски, которые возникают у факторов в связи с предоставлением такого рода услуг.

Все виды факторинга зависят от того, сколько услуг оказывается — если все четыре¹, тогда это так называемый **полный факторинг (full-factoring или full-service factoring, также конвенционный факторинг)**, если только одна — финансирование в чистом виде² — это так называемый **invoice discounting** — понятие, близкое к обозначенному в главе 43 ГК РФ, то есть финансирование под уступку денежного требования. Полный факторинг имеет место тогда, когда в обмен на переуступку дебиторской задолженности клиенту помимо финансирования еще и предоставляются услуги по административному управлению дебиторской задолженностью, кредитный менеджмент и страхование риска неоплаты дебиторов. «Высшим пилотажем» при полном факторинге является схема финансирования, разработанная под конкретного клиента, которая позволяет компании, например, существенно повысить свои объемы продаж и/или сократить издержки на бухгалтерию и собственный штат сотрудников по ведению и работе с дебиторской задолженностью. В этом случае факторы отчасти выступают и как консультанты по стратегическому планированию. Таким образом, при конвенционном факторинге за клиентом сохраняются в основном только производственные функции, и данный вид факторинга позволяет клиенту существенно сократить издержки, связанные с реализацией и учетом товаров (работ, услуг)³.

Полный факторинг ориентирован на компании малого и среднего бизнеса, так как эти компании имеют ограниченные финансовые и трудовые ресурсы и поэтому заинтересованы не только в финансировании, но и в получении факторинговых сервисов.

В противоположность полному факторингу в «чистом финансировании» (*invoice discounting*), главным образом, заинтересованы крупные компании, располагающие достаточными собственными ресурсами для администрирования дебиторской задолженности и анализа платежной дисциплины своих контрагентов. В таком

¹ Конвенция УНИДРУА о международном факторинге, см. пункт 1.1 настоящей главы.

² Пункт 2.1 согласно Конвенции УНИДРУА о международном факторинге, там же.

³ А.О. Лефель диссертационная работа «Факторинг как инструмент финансирования оборотных средств предприятия», Москва, 2006, с.22.

случае, крупные компании тем самым страхуются от того, что покупатель не заплатит ей за поставленную продукцию вовремя, в оговоренные сроки. *Invoice discounting* в гораздо большей степени развит на западных рынках, чем в России, ведь на Западе меньше бизнес-рисков. Причем в России эта услуга называется как факторингом, так и кредитом под обеспечение дебиторской задолженности¹.

Последние несколько лет на российском рынке факторинга наблюдается тенденция применения *invoice discounting* крупными иностранными компаниями, например, автомобильными производителями. Международные компании, занимающиеся производством и сбытом автомобилей, заключают договоры факторинга с иностранными банками, представленными в России. В силу специфики производства и работы автомобильных производителей с отсрочкой платежа с огромным количеством дилеров факторинг эффективно решает текущие проблемы обеих участников торговых производственных отношений: поставщика автомобилей и дилера автомобильной продукции. Автопроизводители получают оплату машин от фактора сразу после их отправки дилерам со склада, а дилеры могут продолжить работать по отсрочке платежа, осуществляя платежи за проданные автомобили уже напрямую финансовому агенту, а не производителю продукции. По данным факторинговым сделкам ежедневные объемы операций могут достигать до сотен-тысяч переуступаемых требований в день, что, в свою очередь, отражается на росте и развитии факторов как поставщика факторинговых услуг на российском рынке.

Таким образом, *invoice discounting* — это, по сути, предложение только одного продукта — собственно денег. И в российских условиях этого предложения, как правило, оказывается недостаточно, поскольку риски ведения бизнеса велики² и любая компания хотела бы их минимизировать за счет фактора.

По объекту, которому предоставляется услуга факторинга, данные операции можно разделить на: **классический факторинг (supplier finance)** — финансирование для поставщика (первая схема), когда договор факторинга подписывается с поставщиком товаров и им же уплачиваются комиссии фактора, и **реверсивный факторинг (distributor finance)** — факторинг для покупателя-дистрибьютора (вторая схема), при котором фактор подписывает контракт с покупателем и покупатель оплачивает вознаграждение факторинговой компании. Чаще всего фактор по второй схеме предоставляет покупателю, который также является последующим

¹ Эксперт РА, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Москва, 2015, с. 55.

² Там же, с. 55.

дистрибьюторами продукции, еще и дополнительную отсрочку к уже имеющейся у него по подписанному с поставщиком договору поставки. Дистрибьюторы могут пойти дальше в своих финансовых отношениях с факторами, желая увеличить срок отсрочки платежа своим контрагентам или конечным потребителям. Так как любой дистрибьютор является, в свою очередь, и поставщиком товаров для своих дальнейших покупателей в непрерывной цепи торгово-посреднических отношений, то он, со своей стороны, одновременно заинтересован, с одной стороны, осуществлять своевременную оплату за поставки своим поставщикам (*day-to-day payment*), уплачивая проценты фактору и получая при этом скидки за платеж вовремя (*payment in time*) от поставщика; с другой стороны, — давать возможность отсрочки своим покупателям и, следовательно, наращивать и свои объемы продаж и своих контрагентов.

Оплата процентов за вышеуказанные сроки поставщиком или покупателем может зависеть от условий договора и заинтересованности сторон, участвующих в данной сделке. Случается, что поставщик готов оплачивать дополнительную отсрочку платежа, получаемую покупателем, рассчитывая оправдать такие затраты за счет получения денежных средств в оплату товара значительно ранее даты платежа, предусмотренной договором поставки, увеличивая при этом оборачиваемость капитала и как следствие увеличивая объемы продаж своим покупателям. Возможны варианты разделения оплаты комиссий по факторинговым услугам, когда каждый участник оплачивает четко свою выгоду, извлекаемую из данной сделки (как это показано на рис. 10.7): поставщик платит за получение денежных средств ранее срока оплаты по договору поставки (то есть оплачивает период финансирования с даты получения финансирования от фактора до даты платежа, предусмотренной договором, заключенным им с покупателем, — s_i), а покупатель оплачивает удлинение периода оплаты по договору поставки (то есть оплачивает срок начиная с даты платежа по договору поставки до даты платежа, прописанной в договоре, заключаемом им с фактором, — d_i).



Рис. 10.7. Схема оплаты комиссий фактора

Последняя схема оплаты комиссий обязывает фактора производить больше действий при осуществлении такой сделки, а именно:

а) заключать два договора финансирования: один — с поставщиком товаров, второй — с покупателем, таким образом, создавая трехсторонние документарные отношения;

б) проводить анализ платежеспособности обоих участников такой трехсторонней сделки;

в) разрабатывать специфические бухгалтерские схемы и соответствующий как внутренний, как и внешний документооборот¹.

Резюмируя вышеописанные схемы факторинговых комиссий, можно заключить следующее:

1) если дата предоставления финансирования совпадает с датой оплаты по договору поставки, то мы получаем схему реверсивного факторинга (то есть схему финансирования дистрибьюторов);

2) если же дата оплаты по договору поставки совпадает с датой окончания отсрочки покупателя, то это классическая схема факторингового финансирования (схема финансирования поставщика).

Из двух подробно рассмотренных видов факторинга самым распространенным в России является классический факторинг. В 2006 году услуги реверсивного факторинга предлагались только один фактором — банком «Национальная факторинговая компания»² и объем данного продукта составил в то время всего 2,1% от всего объема факторинговых услуг³ (см. рис. 10.8).

Еще одним распространенным видом факторинга в России (80% от всего объема факторинговых операций в первом полугодие 2007 г.) является **факторинг с регрессом (recourse factoring, также оборотный факторинг)**, при котором фактор, не получив денег с покупателей в день оплаты по договору поставки, имеет право через определенный срок потребовать их с поставщика. Срок ожидания фактором погашения задолженности средствами поставщика обычно называют льготным кредитным периодом, в который, как правило, проценты за пользование предоставленным финансированием начисляются по стандартной процентной ставке без штрафной надбавки. Льготный период в различных банках может составлять от 30 до 90 дней. Но в связи с кризисной ситуацией на рынке большинство факторов пересмотрели продолжительность льготного периода, сильно сократив его или совсем отказавшись от его применения.

¹ Факторинговые комиссии (проценты) облагаются НДС. Об этом подробнее будет сказано в следующих главах книги, здесь авторы имеют в виду уплату НДС в бюджет за обоих участников факторинговых отношений: и за поставщика, и за покупателя.

² В НФК данный вид факторинговой услуги носит наименование «Факторинг-Гарант»

³ Эксперт РА, «Российский рынок факторинга — 2006», с. 11.

По истечении льготного срока клиент будет обязан уплатить штрафные проценты за просрочку платежа со стороны дебитора или сам оплатить долг перед фактором.

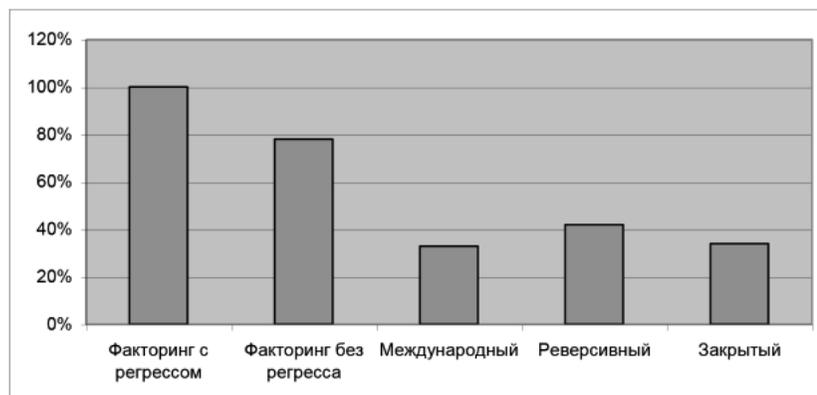


Рис. 10.8. Распределение продуктов, предлагаемых участниками рынка, в долях в 2008 году¹

При регрессном факторинге факторинговая компания берет на себя ликвидный риск (риск неуплаты в срок), но кредитный риск остается на поставщике. Денежные требования в случае факторинга с регрессом выступают, по сути, обеспечением краткосрочного финансирования, а поставщик выступает в качестве поручителя и несет солидарную ответственность вместе с покупателем перед фактором. В развивающихся странах с нестабильной экономикой данный вид факторинга превалирует, так как факторы не готовы брать на себя дополнительные риски.

В западных странах с развитой экономикой и устойчивой политической ситуацией преимущественное развитие получила безрегрессная схема финансирования. В случае **безрегрессного факторинга (non-recourse factoring, также безоборотный факторинг)** риск неуплаты со стороны дебиторов полностью переходит к факторинговой компании. В Италии, например, доля безрегрессного факторинга составляет порядка 69%, в США — 73%. По данным FCI² доля факторинга с регрессом в мире колебалась в районе 30% от всего объема факторинга за период с 1999 года по 2003.

¹ Исследование, проведенное компанией PricewaterhouseCoopers по итогам работы факторов 2008 года, «Долги приносят доход. Факторинг в России 2008», с. 16. В исследование приняли участие 12 факторов, на долю которых приходится порядка 80% российского рынка факторинга.

² Factors Chain International — основанный в 1968 году союз независимых факторинговых компаний. В дальнейшем союз развился в крупнейшую факторинговую сеть.

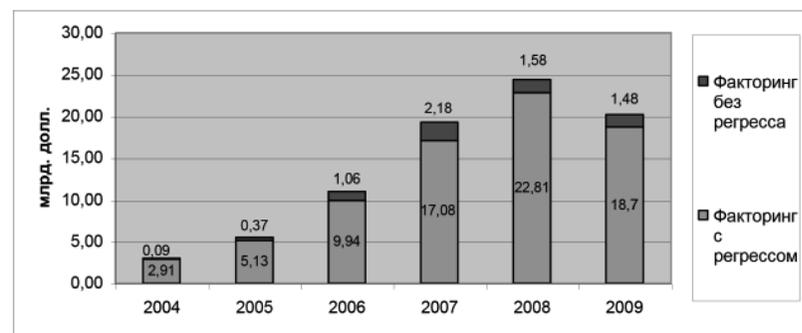


Рис. 10.9. Соотношение факторинга с регрессом и без регресса за 2004–2009¹

В России безрегрессный факторинг также набирает обороты, но его доля меньше, чем в мировой практике — в первой половине 2007 года она составила 20%. Как правило, по безрегрессным сделкам размер комиссии фактора значительно выше, а процент финансирования по переуступаемым денежным требованиям ниже, чем при факторинге с регрессом, что в свою очередь не очень выгодно клиентам. Такое положение вещей объясняется тем, что факторинговые компании страхуют собственный риск неуплаты со стороны покупателя и, разумеется, перекладывают уплату страховой премии на плечи своих клиентов, включая их в размер своих комиссий. На сегодняшний день в России всего несколько страховых компаний оказывают услуги по страхованию факторинговых контрактов («Росно», «КапиталЪ Страхование», «Ингосстрах»), что позволяет им диктовать свои условия факторам: ограничивать лимиты финансирования дебиторов, сокращать сроки отсрочки платежей, накладывать ограничения на типы дебиторов и сферу их деятельности и выставлять высокие страховые премии за покрытие факторинговых рисков. Пока российский финансовый агент вынужден соглашаться с таким положением вещей².

При безрегрессном факторинговом обслуживании факторы проводят полный анализ должника, в отличие от регрессного факторинга, когда можно ограничиться анализом должника по выборочным критериям при обязательном анализе поставщика. Поэтому факторинговые компании стремятся принимать на факторинговое обслуживание без регресса более надежных дебиторов, тогда как клиенты, наоборот, уплачивая более высокие проценты

¹ Источник: «Эксперт РА» по данным анкет факторов, участвующих в ежегодных исследованиях агентства, данные 2009 года — прогнозные.

² Гришина О. «Факторинг как комплекс банковских и страховых услуг», Банковское дело, 2007, № 4.

за обслуживание, заинтересованы переуступить факторам своих проблемных должников. В этом проявляется конфликт интересов по безрегресным сделкам, и это также не способствует активному развитию данного вида факторинговых услуг, а, учитывая мировую кризисную ситуацию, можно смело предположить, что рост спроса и предложения в России на безрегресное финансирование отложен еще на несколько лет.

Но некоторые факторы идут навстречу своим клиентам и в такой непростой ситуации, предлагая, как обоюдно приемлемый вариант, **факторинг с частичным регрессом**, когда в договоре факторинга прописывается определенный набор случаев права требования к поставщику, например, банкротство покупателя, частичная оплата поставок, а все остальные риски по неплате — задержки, просрочки — факторы по таким контрактам берут на себя. Возможен также частичный регресс, при котором фактор и поставщик делят между собой кредитные риски в определенной пропорции, как по всему обороту, так и по отдельным покупателям¹ (конкретные договоренности прописываются в факторинговом соглашении).

Таким образом, общий риск по сделкам с частичным регрессом разделяется между клиентом и факторинговой компанией.

Необходимо также отметить, что договор безрегресного факторинга всегда предполагает уведомление дебитора о переуступке денежных требований. Это называется **открытым факторингом (disclosed factoring)**. При открытом факторинге покупатель уведомлен о том, что в сделке участвует третье лицо — фактор, и осуществляет платежи на его счет, выполняя тем самым свои обязательства по договору поставки².

Факторинг с регрессом может не предусматривать уведомления дебиторов о переуступке дебиторской задолженности фактору. В таком случае факторинг является **закрытым (undisclosed factoring, также конфиденциальный)**, покупателя не ставят в известность о наличии договора факторингового обслуживания, и он продолжает осуществлять платежи поставщику, который, в свою очередь, направляет их в пользу фактора.

Сделки закрытого факторинга значительно рискованнее, чем договоры открытого факторинга по следующим причинам. В случае

банкротства клиента фактор не сможет получить оплату за профинансированные поставки (на счет поставщика будет наложен арест и определена очередность удовлетворения требований кредиторов) даже если платежеспособность покупателей клиента не пострадает. В такой ситуации фактору необходимо проводить равноценный анализ обоих участников сделки, как поставщика, так и покупателя.

Кроме того, при закрытом факторинге у фактора возникают юридические риски, так как в гражданском законодательстве (глава 43 ГК РФ) обязательство уведомлять должника о переуступке описано очень общо и могут иметь место разночтения данной статьи. Также существуют юридические риски, связанные с возможным оспариванием уступки долга без уведомления должника на основании главы 24 ГК «Перемена лиц в обязательстве»¹. Мнения юристов по данному вопросу расходятся: одни утверждают, что закрытый факторинг однозначно запрещен в силу статьи 388, которая утверждает, что

1. Уступка требования кредитором другому лицу допускается, **если она не противоречит закону, иным правовым актам или договору.**

2. Не допускается без согласия должника уступка требования по обязательству, в котором личность кредитора имеет существенное значение для должника.

Другие юристы придерживаются мнения, что даже без уведомления должника фактор имеет право потребовать с него полной оплаты переуступленной дебиторской задолженности, ссылаясь на статью ГК 828, пункт 1, где говорится что «Уступка финансовому агенту денежного требования является действительной, **даже если между клиентом и его должником существует соглашение о ее запрете или ограничении**» [3].

На лицо противоречие между двумя статьями Гражданского Кодекса, регулирующими уступку права требования, которая лежит в основе факторинга. И выявленное разночтение может означать для российских финансовых агентов наличие вероятности трактовки закрытого факторинга не в их пользу, если они решили предоставлять своим клиентам такого рода услугу.

Здесь можно порекомендовать факторам обязательно анализировать договор поставки клиента, который может содержать запрет на переуступку денежного требования третьим лицам, и требовать подписания дополнительного соглашения к такому договору

¹ Ю.А. Кувшинова, к.э.н., Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова «Этапы развития факторинга: история и современность», Финансы и Кредит, № 30 (168) 2014, с. 44.

² Статья 830. 1. По данным факторинговым сделкам ежедневные объемы операций могут достигать до сотен-тысяч переуступаемых требований в день, что в свою очередь отражается на росте и развитии факторов как поставщиков факторинговых услуг на российском рынке.

¹ Статья 382. 3. Если должник не был письменно уведомлен о состоявшемся переходе прав кредитора к другому лицу, новый кредитор несет риск вызванных этим для него неблагоприятных последствий. В этом случае исполнение обязательства первоначальному кредитору признается исполнением надлежащему кредитору.

с целью исключения пункта о запрете уступки. Таким образом, фактор сможет снизить юридические риски закрытого факторинга, и факт переуступки не сможет быть оспорен в суде должником.

Учитывая вышеизложенное, факторы, предоставляющие услуги закрытого факторинга, так или иначе берут на себя кроме кредитного риска и юридический из-за несовершенства российского права. Поэтому закрытый факторинг не является развитым продуктом в нашей стране, хотя спрос на него превышает предложение в силу сложностей, связанных с обязанностью направить уведомление должнику.

Сложности с подписанием уведомления могут возникнуть и при открытом факторинге. Сбор подписанных уведомлений может занять у поставщика много времени, если количество покупателей составляет несколько десятков и они находятся в разных регионах нашей страны. Кроме того, не все покупатели идут навстречу своим поставщикам и с готовностью подписывают данную бумагу, полагая, что теперь их платежную дисциплину будет более тщательно отслеживать фактор, и не сразу меняют платежные реквизиты в пользу финансового агента. Хотя дебиторов и обязывает наше законодательство принять уведомление, вместе с тем, Гражданским Кодексом не предусмотрены какие-либо штрафы за отказ в подписании уведомления о переуступке или какие-либо административные меры за несвоевременную смену платежных реквизитов. У факторов и их клиентов на сегодняшний день отсутствуют законные рычаги воздействия, которые они могли бы применить к своим покупателям, отказывающимся поддержать их намерение начать работу по факторингу. Зачастую чтобы решить эту проблему, клиенты и факторы просто направляют уведомление о переуступке курьером, чтобы получить письменное подтверждение дебитора о доставке уведомления. Это недорогая услуга, а подписанная квитанция будет иметь в суде достаточную юридическую силу в случае каких-либо споров с дебитором.

Однако вернемся к безрегрессному факторингу. Если мы обратимся с вами к мировой практике, то факторинг без регресса на Западе обычно бывает открытым, факторинг с регрессом — как открытым, так и закрытым.

Виды факторинга делятся не только по признаку, на ком лежит риск неплатежа, как было подробно разобрано выше, но также и по географической принадлежности участников сделки. Если стороны по договору купли-продажи, а также фактор находятся в одной и той же стране, то такой факторинг называется **внутренним (domestic factoring)**. Если же поставщик и его клиент являются резидентами разных государств, то факторинг называется **внешним** (чаще используется название **международный — international factoring**).

При обслуживании таких поставок в большинстве случаев используется схема косвенного факторинга, при котором происходит распределение обязанностей между двумя факторинговыми компаниями: факторинговая компания в стране продавца берет на себя финансирование экспортера, а факторинговая компания в стране покупателя принимает на себя кредитные риски и берется за инкассацию дебиторской задолженности. Здесь различают два вида факторинга: **экспортный** и **импортный**, в зависимости от того, кем является российская компания — импортером или экспортером услуг за границы Российской Федерации.

Использование факторинга в международной торговле может быть очень выгодно в случаях, когда торговля осуществляется между странами с существенными различиями в их экономических и правовых системах. Поскольку факторинговая компания страны-импортера обладает более полной информацией о платежеспособности компаний своей страны, это позволяет ей объективно оценивать надежность покупателей. Если импорт-фактор соглашается работать по схеме международного факторинга, то он автоматически принимает на себя риск неплатежеспособности импортера, тем самым гарантирует полную возвратность средств.



Рис. 10.10. Схема международного факторинга¹

Кроме того, экспортер вынужден подстраховываться на случай резкого скачка курса валют. Используя факторинг, экспортер получает значительную часть от стоимости проданного товара сразу после отгрузки, таким образом снимая с себя валютный риск.

Импорт-фактор берет на себя все существующие риски экспорт-фактора, за что последний платит ему комиссионное вознаграждение, которое фактически переносится на клиента-экспортера. В целях

¹ <http://www.raexpert.ru>

снижения стоимости международного факторинга для экспортеров международный факторинг может осуществляться и без посредничества импорт-фактора, но здесь вновь возникают юридические трудности и препятствия со стороны российского валютного регулирования и факторам приходится разрабатывать различные схемы финансирования (схемотехники), чтобы вписаться в действующее валютное законодательство и иметь дело с юридическими рисками.

Рассмотрим некоторые из них.

1. Уступка права требования по внешнеторговому контракту не является стандартной валютной операцией и не предусмотрена Федеральным законом «О валютном регулировании и валютном контроле»¹.

2. Если говорить о факторинге в иностранной валюте, которой у факторов часто запрашивают клиенты, желающие выгодно воспользоваться падающими курсами валют, то между резидентами Российской Федерации, как известно, такого рода операции запрещены статьей 9 Федерального закона 173-ФЗ. Все факторинговые операции, проводимые факторами на территории Российской Федерации, в которых поставщик и покупатель являются резидентами нашей страны, осуществляются только в российской валюте, то есть рублях. В противном случае не только у фактора возникнут серьезные проблемы с органами валютного регулирования, но и у клиентов такого «горе»-финансового агента, так как поставщику придется объяснять, почему он получает оплату в валюте по денежному требованию, выставленному в российских рублях (иначе говоря, по договору поставки, валютой которого является российский рубль).

3. При классической схеме международного факторинга оплата от покупателя приходит за минусом комиссий импорт-фактора, и, таким образом, клиент не получает на свой счет экспортную выручку в полном объеме, что является прямым нарушением статьи 19 Федерального закона 173-ФЗ². Тогда, чтобы решить ситуацию

¹ Федеральный закон от 10.12.2003 № 173-ФЗ «О валютном регулировании и контроле» (принят ГД ФС РФ 21.11.2003).

² «При осуществлении внешнеторговой деятельности резиденты ... обязаны в сроки, предусмотренные внешнеторговыми договорами (контрактами), обеспечить получение от нерезидентов на свои банковские счета в уполномоченных банках иностранной валюты или валюты Российской Федерации, причитающейся в соответствии с условиями указанных договоров (контрактов) за переданные нерезидентам товары, выполненные для них работы, оказанные им услуги, переданные им информацию и результаты интеллектуальной деятельности, в том числе исключительные права на них ...» — статья 9 Федерального закона от 10.12.2003 № 173-ФЗ «О валютном регулировании и контроле».

с недополучением валютной выручки клиентом, факторы пытаются избегать услуг иностранных факторов и вынуждены списывать свои комиссии после зачисления выручки на клиентский счет, чтобы целиком закрыть паспорт сделки клиента, не нарушая требования валютного законодательства, но это, в свою очередь, увеличивает риски финансовых агентов, так как зачисленные денежные средства могут быть направлены клиентом на другие цели или же на счет клиента может быть наложен арест на просрочку при уплате налогов (или, в крайней ситуации, при банкротстве).

Поэтому в силу вышеуказанных обстоятельств в первом полугодии 2007 года сделки международного факторинга составили только 3,24% от общего объема факторинга в России.

Кроме того, несмотря на то, что в последние годы сложилась устойчивая тенденция роста российской экономики и сохранения относительной стабильности в финансово-экономической сфере, существует целый ряд общероссийских проблем, которые коренным образом мешают эффективному сотрудничеству как российских предприятий, так и факторов на зарубежных рынках. Одной из главных проблем можно выделить низкий уровень платежной культуры у российских предприятий и, как следствие, постоянный дефицит оборотных средств¹, из-за чего международные факторы не готовы поддерживать сделки импортного факторинга, когда российское предприятие закупает товары иностранного производителя. В силу данного обстоятельства и несмотря на такой факт, как высокая доля импорта в российской экономике, объем экспортного факторинга в России превышает обороты его «собрата» — импортного факторинга в 3–4 раза.

Факторинговые сделки также различаются по дате предоставления финансирования фактором: в форме **предварительной оплаты** (до 90% переуступаемых денежных требований) или **оплаты требований к определенному сроку**.

Обычно предварительная оплата осуществляется по заявке клиента, вместе с которой фактору передаются денежные требования к оплате. В отсутствие предварительной оплаты сумма переуступленных долговых требований (в размере 100% или за минусом издержек — зависит от условий договора факторинга) перечисляется поставщику на определенную дату, например, на дату оплаты по контракту поставки, или по истечении определенного времени, по графику.

Финансирование поставщика в размере до 90% от суммы поставки представляет собой **классический факторинг**, который наиболее всего развит в нашей стране. Он позволяет предостав-

¹ Покаместов И.Е. «Международный опыт осуществления факторинговых операций», Финансовый бизнес, март-апрель, 2017, с. 45.

лять покупателям отсрочку по оплате поставленных товаров, одновременно переключая работу по управлению дебиторской задолженностью и все возникающие риски на компанию-фактор. К тому же у поставщика не возникает дополнительной потребности в оборотных средствах, как это произошло бы, например, в случае использования товарного кредита. В данной ситуации факторинг выступает для клиента инструментом **финансирования продаж и финансирования отсрочки платежа**.

В случае перечисления 100% оплаты поставщику, комиссии, как правило, уплачиваются покупателем, который получает от фактора дополнительную отсрочку по оплате товара к уже предусмотренной договором поставки. Такой факторинг носит название **реверсивный**, а также **maturity factoring** или **факторинг-гарант**. Инициатором заключения такой сделки, чаще всего, выступает покупатель, который очень заинтересован в стимулировании своих поставщиков и хочет предоставить им реальную **гарантию от просрочки** оплаты. Все риски, связанные с неплатежеспособностью покупателя, и бремя выплаты премии фактору переключаются с поставщика на покупателя. В остальном схема движения товарных и денежных потоков практически не отличается от классического факторинга. При этом никаких требований к финансовому состоянию поставщика компания-фактор не предъявляет.

Данная услуга факторинга может быть инициирована и поставщиком, если он заинтересован в обеспечении стабильности денежного потока, защиты от кассовых разрывов¹ и стремится обезопасить себя от просрочек со стороны покупателя. По такому договору факторинга фактор может оплачивать не все денежное требование, а вознаграждение фактору платит поставщик. В случае неоплаты поставки покупателем в срок, оговоренный в договоре факторинга (отсрочка по договору поставки + период ожидания), поставщик оплачивает часть факторинговой комиссии за страхование кредитного риска, а аванс остается в его распоряжении. Из факторинговой комиссии также исключается статья за финансирование на период отсрочки платежа².

Все описанные схемы факторинговых финансований могут быть объединены в вышепредставленную диаграмму.

Подводя итог проведенной классификации общераспространенных видов факторинга, нельзя не сказать, что наравне с уже хорошо известными типами факторинговых сделок существуют и производные схемы финансирования, которые разрабаты-



Рис. 10.11. Общая классификация факторинговых сделок

ются специально под конкретную группу клиентов (например, поставщик-покупатели или покупатель-поставщики) с целью удовлетворения индивидуальных требований клиента, желающего максимально адаптировать условия факторингового договора характеру своего бизнеса. Одна из таких специфических сделок будет рассмотрена далее в теоретическом аспекте и на практическом примере.

Стоит подробнее остановиться на других видах услуг, которые также могут оказываться факторами и которые не вошли в вышеуказанную классификацию в силу своей невысокой популярности и низкой востребованности на рынке факторинга.

Например, **факторинг без финансирования (back-up)** — представляет собой оказание остальных трех услуг. Сюда входит 2 этапа: «пассивный» — регулярный сбор фактором по клиентам информации о покупателях, поставках с целью их проверки и регистрации, составление регулярной отчетности; «активный» — в случае банкротства покупателя или клиента, фактор немедленно уведомляет соответствующих контрагентов и начинает заниматься сбором долгов в пользу клиента.

В отличие от широко распространенной в западных странах практики предоставлять факторинговые услуги без финансирования (только управление дебиторской задолженностью), в России совершение подобного рода сделок ограничиваются главой 43 ГК РФ, где под факторингом понимается, как уже было отмечено ранее, «финансирование под уступку денежного требования».

¹ Ю.А. Кувшинова, к.э.н., Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова «Этапы развития факторинга: история и современность», Финансы и Кредит, № 30 (168), 2014, с. 44.

² Там же, с. 44.

В силу указанного юридического обязательства доля факторинга без финансирования как такового в России очень незначительная, но она возросла за последние годы (см. таблицу 8.1).

Нельзя не упомянуть об ближайшем «родственнике» факторинга — **форфейтинге**, который не является массовым факторинговым продуктом и вряд ли сможет претендовать на это «звание» в силу своей специфичности, так как представляет собой дисконтирование акцептованных переводных векселей клиента, выставленных на его дебиторов. В России его обороты так малы, что на рынке не ведется официальная статистика по таким операциям, хотя этот вид факторинга, если так можно выразиться¹, является более надежным в силу безусловного обязательства, которым является переуступаемый вексель (предмет переуступки в случае форфейтинга) и защищенности такой сделки вексельным законодательством наряду с торговым правом. Вексельное право имеет гораздо более глубокие корни², и в нем нет таких юридических противоречий, как в факторинговой области, которые были обозначены ранее в предыдущем пункте раздела.

Таблица 8.1

Объемы уступленных денежных требований в I полугодии 2009 года, под которые не предоставлялось финансирование

Наименование фактора	Объем денежных требований, уступленных фактору, под которые не предоставлялось финансирование, но оказывались другие услуги (тыс. руб.)	Доля в общем объеме уступленных денежных требований	Рост по сравнению с 2006 годом, %
Банк НФК	4 414 692,40	16,25	54,73001
«Петрокоммерц»	2 159 341,00	9,39	68,969
«Газпромбанк»	233 832,22	16,36	н/д
«Пробизнесбанк»	228 979,00	6,69	67,53
Система	114 655,79	10,62	39,81
Роспромбанк	50 665,00	5,32	н/д
Церих	28 699,40	18,22	73,181
Международный Московский банк	23 420,00	0,55	185,4

Источник: <http://www.raexpert.ru>

Кроме вышеперечисленных видов факторинговых услуг, каждым банком разрабатывается свои сугубо специфические факто-

¹ Существуют исторические споры экспертов о первоочередности рождения услуги форфейтинга и затем уже на его основе факторингового продукта.

² К.Р. Адамова «Форфейтинг от А до Я», Финансы и Кредит, 2003, с. 98.

ринговые продукты, например, такие как «Экстренный факторинг» ЗАО «Еврокоммерц»; «Факторинг-эксперсс», «Факторинг-Финанс» Межрегиональной факторинговой компанией «Траст»; «факторинг-старт» и прочее. Все эти услуги основаны на стандартных рассмотренных типах факторинга с условиями, определенными в конкретном факторе. Это могут быть ограничения по лимиту финансирования, срок предоставления финансирования, возможность подключить услугу на некоторый промежуток времени и другое.

Отдельно необходимо отметить совсем новые для российского рынка факторинговые продукты, которыми заинтересовались факторы в нашей стране и которые оказываются в единичных случаях. Это **предпоставочное финансирование¹ (pre-shipment factoring)** и **ABL (Asset Based Lending)²**.

По первой услуге фактор предоставляет финансирование компании-поставщику не по факту отгрузки, а по факту наличия заказа на поставку товара. Использование этого продукта позволяет поставщику точнее планировать денежные потоки, еще ускорять оборачиваемость и возврат оборотных активов, а также оперативнее решать вопросы ликвидности.

При ABL-услуге финансирование предоставляется фактором не только под денежные требования, но и под любые другие активы предприятия вплоть до нематериальных. С данной услугой у российских факторов могут возникнуть законодательные сложности, так как статьей 43-й ГК РФ четко определено понятие денежное требования и, следовательно, не может производиться финансирование каких-либо других активов, но такой продукт позволил бы российским факторинговым компаниям значительно расширить клиентский сегмент, добавим к торговым компаниям, которые являются основными клиентами факторов на сей день, и все прочих юридических лиц с любой производственной направленностью.

Несмотря на многообразие факторинговых продуктов, на Западе существуют четкие границы между продуктами, в России же они очень размыты, что приводит к проблеме понимания и восприятия клиентами разных продуктов. На Западе факторинговые компании одновременно предлагают своим клиентам и *invoice discounting*, и факторинг, и другие продукты, не волнуясь по поводу того, что клиент может запутаться³. К сожалению, российские факторы не могут утверждать того же и им приходится знакомить

¹ Эксперт РА, «Российский рынок факторинга — 2016», с. 10.

² Эксперт РА, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Москва, 2008, с. 43–44.

³ Генеральный секретарь Эрик Тиммерманс, по данным International Factors Group.

клиентов с такой услугой и в ближайшие несколько лет процесс продвижения факторинга «в массы» еще будет продолжаться.

10.4. АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ РИСКОВ ФАКТОРИНГОВОЙ СДЕЛКИ

В нашей стране существует две диаметрально противоположные точки зрения касательно рискованности самой факторинговой услуги, если, например, сравнивать факторинг с кредитом или другим банковским продуктом — гарантией, аккредитивом. Одни экономисты и банковские специалисты — чаще всего это служащие кредитных отделов, поверхностно оценив продукт с отсутствием обеспечения (при факторинге, как правило, нет залога или поручителей) начинают считать этот продукт рискованным. Присмотревшись к нему внимательнее и заметив, что факторинг еще и значительно моложе других финансовых услуг, предлагаемых рынком, и, следовательно, не так хорошо изучен и недостаточно освоен банками, они начинают с полной уверенностью говорить о том, что стопроцентной надежности этого продукта для самого продавца не существует и есть риск того, что фактор в какой-то момент столкнется с серьезными проблемами, о которых он не предполагал в начале. Другая часть участников рынка банковских услуг в нашей стране (обычно это только факторинговые специалисты банков или специалисты факторинговых компаний) считают факторинг менее рискованным в отличие от других традиционных банковских продуктов и не только в силу того, что обеспечение у факторингового финансирования все-таки есть — это само переуступленное денежное требование, но и потому, что должников у фактора получается по факту два, что больше, чем один должник, например, по кредитному договору. Но, самое главное, факторы утверждают так еще и потому, что, работая с факторингом, так сказать в непосредственной близости, видят как покрыть действительно существующие риски при оказании факторинговых услуг, которых, справедливости ради надо отметить, все-таки больше, чем может показаться на первый взгляд.

Если пытаться примерить два этих взаимоисключающих мнения, то, как это не покажется странным, вынуждены будем признать, что в определенной степени правы и первые, и вторые оппоненты. Неопределенность при оказании факторинговых услуг для факторов существует и не все факторинговые компании и банки, работающие в нашей стране, предпринимают действия для ее снижения и проводят необходимые проверки и глубокий анализ обоих участников сделки: и продавца и покупателя — для того чтобы избежать фатальных для себя последствий.

Для того чтобы аргументировано обосновать два описанных выше заключения, нужно провести подробный анализ рисков факторинговой услуги и, таким образом, последовательно перейти к методикам их оценки.

Все риски, с которыми могут столкнуться факторы, можно поделить на две группы:

1. Общие риски, которые не являются спецификой факторинга и характерны как для факторинговых продуктов, так и для других сфер деятельности.

2. Специфические факторинговые риски, характерные только для факторинговой услуги, связанные именно с самой сутью и природой факторингового обслуживания.

К первой группе рисков будут относиться все общие риски, которые очень хорошо известны и изложены в различной литературе, а именно: кредитный, валютный, политический, технический, экономические риски, риск ликвидности, процентный, системный, законодательный, отраслевые риски, риск трудовых ресурсов и форс-мажорные риски. Все они широко освещены (и некоторые из них уже упоминались в работе), но не все можно оценить, проанализировать и спрогнозировать с большой долей вероятности, но все они типичны практически для любой сферы деятельности, не только финансовой и банковской, но и производственной и социальной областей. Тем не менее, дадим краткую характеристику каждому риску в отдельности.

Кредитный риск — в применении к факторинговой сделке он носит название «риск делькредере» — и связан с невозвращением кредита либо его неполным или несвоевременным возвращением ввиду недобросовестности или неплатежеспособности покупателя (вина покупателя) или нарушения продавцом условий контракта (вина продавца)¹.

Анализируя степень влияния данного риска (неполучение платежа), прежде всего факторам следует определять долю просроченных платежей по денежным требованиям в общем количестве поставок по каждому дебитору и выяснять факты, приведшие к несвоевременной оплате или неоплате за период работы будущего клиента фактора с его дебиторами. Чем больше доля просроченных платежей в прошлом, тем выше вероятность того, что у должника могут возникнуть проблемы с погашением своих обязательств в будущем. Далее следует провести градацию по срокам просрочки и продукции (видам товаров, иногда просрочка возникает по товарам, которые пользуются невысоким спросом, и по причине неверной политики поставок, продаж такой продукции): чем больше период просрочки,

¹ М.И. Трейвиш, «Модели анализа эффективности и надежности факторинговых операций», дис. канд. экон. наук: 08.00.13 : Москва: ЦЭМИ РАН, 1997, с. 57.

тем выше риск появления у фактора неоплат во время обслуживания. Также необходимо проанализировать темпы роста неплатежей, чтобы оценить сложность ситуации и ее распространение на будущее. Важно обращать внимание на превышение темпов роста просроченных платежей над темпами роста платежей в целом¹, что характерно для плательщиков, находящихся в критическом финансовом положении. Данные показатели ставят под сомнение вопрос о возможности факторингового финансирования под уступку задолженности такого должника и, если факторы проводят оценку этих показателей (*triggers*) не только на этапе заключения договора факторинга, но и на регулярной основе на протяжении всего действия договора, то риск неплатежа будет лимитирован.

Валютные риски (возникают при международном факторинге) связаны с риском курсовых потерь при переводе средств из валюты покупателя в валюту продавца в условиях плавающих курсов валют. Банки способны управлять данными рисками вполне эффективно с помощью хеджирования, которое становится все более популярным в силу своей полезности, но это требует от факторов дополнительных затрат, что, в свою очередь, повышает стоимость факторинговых услуг. У факторов наряду с хеджированием есть возможность понизить процент финансирования (оплачивать денежное требование в размере 50–60% от его номинальной стоимости), возложив тем самым оплату валютных колебаний на клиента факторинговой услуги, на что он не всегда может согласиться. Поэтому доля международного факторинга в России крайне мала.

Политические риски (также больше характерны для международного факторинга) связаны с невозможностью исполнить контракт или провести расчеты по нему из-за изменения политической ситуации в стране покупателя или продавца при экспортном факторинге (когда фактор по договору факторинга обязан осуществлять оплату денежного требования поставщику-нерезиденту). Для оценки политических рисков необходимы постоянные наблюдения за текущей ситуацией в стране и за тем, насколько политические изменения могут повлиять на деятельность клиентов и должников финансового агента. Чаще всего факторы предпочитают не брать на себя такой риск и не работают со странами с неустойчивой политической ситуацией, а также странами и организациями, внесенными в перечень организаций и физических лиц, связанных с террористическими организациями или террористами².

¹ Кубатов С.Ю. «Факторинг как форма развития предпринимательства в России», дис. к.э.н., Москва: Московский университет МВД РФ, 2007, с. 88.

² Федеральный закон от 07.08.2001 № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма»

Экономические риски связаны с ухудшением экономической ситуации в стране, кризисными явлениями. Прогнозировать такие риски крайне трудно и не только при факторинговом обслуживании. Необходимо сравнивать за определенные периоды времени темпы роста прибыли поставщика, его покупателей и самого фактора от оказания им факторинговых услуг, а также отслеживать темпы роста инфляции и делать поправки на нее при установлении и обновлении факторинговой тарифной сетки.

Ликвидные риски представляют собой риски возникновения кассовых разрывов, недостатка средств для покрытия текущих затрат у покупателей (дебиторов). Кассовые разрывы случаются у поставщиков (непосредственных клиентов факторов) при несовпадении денежных потоков, получаемых от покупателей в счет осуществленных поставок, и потоков средств, которые необходимо направить на погашение собственной кредиторской задолженности поставщика перед своими поставщиками. Во избежание возникновения риска ликвидности факторам приходится рассматривать и анализировать по возможности не только цепочку поставщик (клиент фактора) — покупатель (должник по договору поставки), но и рассматривать должников покупателя, то есть его покупателей, ими могут быть и конечные потребители — физические лица, что сильно усложняет оценку и прогноз. Кроме этого, российский рынок не так прозрачен для сбора информации и факторам крайне трудно выведать какие-либо данные о покупателях должников, которые не являются прямыми участниками сделки. Таким образом, риск ликвидности при факторинге практически переходит к фактору, поэтому он обязан проводить его постоянный анализ и оценку.

Технический риск теперь всегда будет присущ нашему обществу, шагающему по пути технического прогресса. В наши дни деятельность любой организации ежеминутно зависит от уровня и состояния ее технического оснащения и программного обеспечения. Покрытие данных рисков возможно, но требуют постоянного наращивания технической базы факторами и убытки, к которым приводят технические сбои (ИТ-мошенничества, разрывы связи, сбои в программном обеспечении), могут быть очень существенными и серьезными для факторов.

Процентный риск возникает у клиентов факторов, которые строят свой бизнес на сторонних (заемных и привлеченных) средствах. При резком изменении рыночной стоимости средств (что было испытано всем миром, включая Россию, в конце 2008 года, когда стоимость финансовых ресурсов достигла 40–50%) происходит дополнительное давление на цену товара поставщика, так как за счет удорожания кредита растет себестоимость товара поставщика. Если не брать в расчет кризисные ситуации, цикли-

чески имеющие место на мировых финансовых рынках, как правило, при факторинге банки или факторинговые компании могут гарантировать своим клиентам, что стоимость денежных ресурсов будет оставаться неизменной в течении определенного периода времени в случае фиксированной ставки. При плавающей процентной ставке, используемой фактором, которая включает в себя меняющуюся часть, клиенты могут прогнозировать изменения, так как факторы предоставляют им накопленную за определенный промежуток времени статистику или такая статистика является общедоступной на рынке.

В последнем случае у фактора появляется собственный процентный риск, который будет являться неотъемлемой частью его деятельности. Для его оценки факторам необходимо сравнивать следующие показатели:

- 1) доли и темпы роста сумм уплачиваемых и получаемых процентов;
- 2) темпы роста процентных ставок по собственным привлеченным финансовым средствам;
- 3) темпы роста объема привлеченных средств с темпами роста объема финансируемых средств.

Системный риск присутствует в случае нестабильности экономической системы в целом и, в частности, финансовой (банковской). С целью учета данного риска финансовым агентам необходимо постоянно отслеживать текущую финансово-экономическую ситуацию в стране и влияние экономических изменений на финансовое состояние клиентов и должников. В случае возникающих ухудшений факторам следует пересматривать условия факторинговых сделок: корректировать лимиты финансирования, пересматривать стоимость услуг и целесообразность работы с тем или иным клиентом или должником и прочее¹.

Законодательный риск особенно свойствен факторингу в нашей стране со слабо регулируемым законодательством в области финансирования под переуступки права требования, что было подробно рассмотрено в первой части настоящего раздела. Ограниченный объем 43 главы ГК РФ не включает в себя все возможные ситуации, которые могут возникнуть при факторинговом обслуживании, причем последствия одного и того же случая или правового спора будут различны для банка и факторинговой компании, которая не является кредитной организацией. Чтобы снизить юридические риски, факторы вынуждены консультироваться с независимыми юристами или держать штат собственной юридической службы, в случае крупного объема факторинговых операций. Юридических

¹ Кубатов С.Ю. «Факторинг как форма развития предпринимательства в России», дис. к.э.н., Москва. Московский университет МВД РФ, 2007, с. 91.

специалистов с большим опытом работы в факторинговом бизнесе очень не много и стоимость их услуг обходится факторам недешево, что повышает издержки фактора.

Отраслевой риск в факторинге связан с тем, что фактор может иметь в своем портфеле слишком большую долю компаний, принадлежащих к одной отрасли, или финансировать клиентов из отрасли, которая слабо развивается, существуют политические или законодательные ограничения в развитии, или отрасль находится под жестким государственным контролем (такие, как коммунальные услуги, нефтедобывающая промышленность). Также факторам могут быть опасны клиенты, в деятельности которых наличествуют сезонные колебания, например, сельское хозяйство, лесная промышленность, одежда и другие. Для оценки отраслевого риска факторы изучают степень развития отраслей, проценты банкротств в них и тому подобное, формируют группы клиентов по отраслям, могут устанавливаться общие лимиты финансирования в своем факторинговом портфеле по отраслям с точки зрения их привлекательности для факторингового обслуживания.

В данном вопросе каждый фактор имеет свой подход и у каждого финансового агента есть список отраслей, с которыми он не работает или же работает, но в меньшей степени.

Кроме этого, факторы могут выдвигать общие условия для клиентов, с которыми они готовы заключать договор факторинга, такие, например, как:

- 1) работа в данной отрасли не менее определенного количества лет;
- 2) клиент является значимым игроком рынка;
- 3) среднемесячные объемы продаж не менее определенной суммы (тысяч, миллионов);
- 4) отсрочка платежа небольшая, не более 120 или 180 дней;
- 5) количество покупателей клиента не менее установленного порогового числа диверсификации риска (10, 15 и прочее), удовлетворительного с точки зрения фактора для клиента;
- 6) и другие параметры, к которым факторы приходят в процессе своей работы на рынке факторинга.

Как уже отмечалось в отношении специалистов юридической области, работающих по факторингу, аналогичная ситуация присутствует и на рынке трудовых ресурсов — факторинговые специалисты, обладающие многолетним опытом работы, выходцы из первых факторинговых компаний или банков, все на перечет¹

¹ Ситуация, связанная с мировым финансовым кризисом и большим количеством специалистов как факторинга, так и других областей, «выброшенных» на рынок труда, является исключением, подтверждающим правило, и была временна для рынка трудовых ресурсов.

и надежно удерживаются на своих текущих позициях. Поэтому факторы при начале работы или в случае потери кадровых единиц зачастую идут на организацию обучения внутри компании, беря при этом в штат несколько сотрудников, имеющих опыт работы в факторинговом бизнесе.

Пункт о форс-мажорных обстоятельствах так же, как и при заключении любого другого соглашения, присутствует и в договоре факторинга и не может быть оценен и тем более предсказан с какой-либо долей вероятности. Тем не менее особенно изобретательные факторы требуют от своих клиентов в качестве одного из обязательных пунктов заключения договора факторинга подписания договора страхования материального ущерба в случае пожара, кражи или иной порчи имущества и продукции клиента, причем в страховом полисе всегда существует оговорка о том, что страховая сумма в размере долга клиента перед фактором перечисляется последнему в первую очередь.

Прежде чем перейти к рассмотрению специфических факторинговых рисков, необходимо отметить, что большинство из них касаются различных видов мошенничества почти на всех этапах факторингового обслуживания, а также плохой информативности российского рынка факторинга и отсутствия обмена информацией между факторами. В факторинговой сфере не существует учреждения, которое бы выполняло роль Бюро Кредитных Историй (БКИ¹) по факторинговым клиентам. Федеральный закон о кредитных историях № 218-ФЗ, призванный урегулировать хранение кредитных историй, обошел стороной факторинговые отношения². Статья вторая настоящего закона регулирует отношения, возникающие между различными организациями и заемщиками (юридическими и физическими лицами) на основании договора займа (кредита). Иными словами, факторинговые банки не обязаны передавать сведения о своих клиентах в БКИ, а также запрашивать данные о них из БКИ. Данные действия остаются на собственное усмотрение банков-факторов, хотя централизованное хранение актуальной информации по факторинговым клиентам и общий доступ к ней всех желающих, очевидно, может значительно помочь улучшить информационную составляющую факторингового бизнеса в нашей стране и помочь факторам снизить собственные риски.

¹ На сегодняшний день база данных одного из крупнейших БКИ — открытого акционерного общества «Национальное бюро кредитных историй» (ОАО «НБКИ»), включает более 30 млн кредитных историй физических и юридических лиц, собранных по всем регионам Российской Федерации.

² Федеральный закон Российской Федерации «О кредитных историях» № 218-ФЗ от 22 декабря 2014.

Кроме того, в отличие от Европы в России не существует электронных баз данных поставщиков, покупателей с данными об их платежной дисциплине, договорных нарушениях, неплатежах, просрочках и прочее, доступ к которым можно получить за членский взнос, а также не существует электронного документооборота, который позволяет европейским факторам отслеживать каждое акцептованное или отклоненное денежное требование.

В группу специфических факторинговых рисков входят следующие виды:

- 1) риск недействительности денежного требования;
- 2) риск финансирования денежного требования до его принятия покупателем*;
- 3) транспортный риск;
- 4) риск несуществующего дебитора;
- 5) риск аффилированности* или сговора;
- 6) риск неполучения платежа от дебитора по уведомлению (риск прямого платежа от дебитора)*;
- 7) так называемый двойной факторинг;
- 8) возвраты со стороны покупателей в случае брака*;
- 9) взаимозачеты между поставщиком и покупателем*;
- 10) поступление платежей от третьих лиц*;
- 11) отсутствие движения товара;
- 12) прочие единичные случаи риска.

Данные виды риска могут быть объединены в две группы: риски клиента (прямые риски фактора) и риски дебитора (риски, передаваемые фактору клиентами)¹. Последние отмечены звездочкой в списке.

Риск недействительности денежного требования к дебитору возникает при намеренном обмане или мошенничестве клиента (например, предоставление поддельных или фиктивных документов). Во избежание такого рода обмана со стороны клиента факторам необходимо проводить верификацию поставок с дебиторами на постоянной основе (сплошная верификация) или случайным образом (выборочная) для клиента — зависит от наличия у фактора трудовых ресурсов для организации таких проверок, посещать склады дебиторов для проверки физического наличия товара².

Риск финансирования денежного требования до его принятия покупателем может возникнуть у фактора при поставках клиента в российские регионы или при поставках в другие страны (при международном факторинге). Обычно при такой схеме присутствует

¹ Мусатов А.И., заместитель председателя Правления Национальной факторинговой компании, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Эксперт РА, Москва, 2008, с. 95.

² См. там же, с. 95.

транспортная компания, которая берет на себя обязательства по доставке товара, но, случается, покупатель или поставщик самостоятельно осуществляют доставку, что, естественно, корректирует цену продажи продукции. Важным обстоятельством в данной ситуации для фактора является определение момента принятия товара покупателем (то есть момента перехода права собственности на товар от продавца к покупателю), что всегда прописывается в договоре поставки. Согласно законодательству, если факт перехода права собственности не прописан в договоре (бывают такие случаи), то законодатель считает его осуществившимся в момент физического получения товара покупателем¹. Если обратиться к типовым формулировкам в договорах поставки, то здесь могут быть различные варианты перехода права собственности на поставляемую продукцию: при отгрузке товара со склада поставщика, при принятии товара транспортной компанией, при поставке товара транспортной компанией на склад покупателя и другое.

Как было рекомендовано ранее, фактор может проводить верификацию поставок, то есть получать устное подтверждение покупателя о получении товара, но прежде этого фактору необходимо изучить условия договора поставки и определить, возможно ли отследить момент принятия товара и как это финансовый агент будет делать, так как крайне сложно проводить верификацию каждой поставки, особенно при различных часовых поясах с покупателем клиента.

Очень близок в предыдущему виду риска транспортный риск, который связан с разворыванием продукции в пути, ее повреждением или уничтожением, в результате чего заказчик может не получить отгруженный товар. Транспортный риск присутствует, если покупатель или транспортная компания или страховой агент не взяли его на себя. В этом случае, факторам необходимо запрашивать эти и подобные соглашения, чтобы сделать вывод о приемлемости сделки или, возможно, требовать внесения соответствующих пунктов и изменений, больше устраивающих фактора.

Риск несуществующего дебитора очень похож на самый первый рассмотренный здесь специфический факторинговой риск недействительности денежного требования, но более серьезный по своим масштабам. Клиент может предоставить и недействительный договор поставки, заключенный с так называемым псевдопокупателем, чтобы получить факторинговое финансирование и затем исчезнуть или же (был и такой печальный опыт у российских

¹ Глава 223 ГК РФ о моменте возникновения права собственности у приобретателя по договору гласит, что право собственности у приобретателя вещи по договору возникает с момента ее передачи, если иное не предусмотрено законом или договором.

факторов) получать финансирование на долгосрочной основе, при этом на звонки фактора по верификации поставок исправно будут отвечать подставные лица, участвующие в сговоре. В целях минимизации такого мошенничества факторы обязательно отзванивают первые поставки, предоставленные по новому клиенту и по новому дебитору. Но прежде всего специальный отдел финансового агента (обычно это отдел экономической безопасности) проводит проверку самого дебитора, получает подтверждение о его официальной государственной регистрации. Сотрудники фактора могут связаться с дебитором под видом вымышленного поставщика, чтобы собрать больше достоверных данных «на месте», проводят встречи с дебитором и другое.

Следующий риск, который необходимо учитывать фактору — это аффилированные дебиторы клиента или же аффилированные дебитор и клиент. Аффилированность компаний предполагает различные виды связи между ними, например, экономические, финансовые, управленческие. Самой распространенной ситуацией является, когда один из дебиторов клиента, который обслуживается у фактора, может быть головной компанией по отношению к другому дебитору клиента и, следовательно, в случае возникновения финансовых трудностей у материнской компании дочернее предприятие также может понести дополнительные расходы или даже убытки, что по понятным причинам не может не волновать фактора и должно контролироваться фактором при заключении договора факторинга. При этом связанных дебиторов может быть и больше, чем два. Это может быть группа дебиторов, которая занимает большую долю в списке всех дебиторов клиента, что резко снижает эффект диверсификации. Также возможна связь между клиентом фактора и его дебитором, что несет в себе большие риски для фактора, чем просто связь между дебиторами, так как при работе с такой парой финансовый агент рискует вдвойне, занижая вероятность получения платежа в критичной ситуации с обоими партнерами или совсем теряя свое право регресса.

Чтобы уйти от риска аффилированности, факторы проводят анализ дебиторов и занимаются поисками связей между ними, чаще через свои источники и по своим информационным каналам. Кроме этого, некоторые факторы намеренно ограничивают долю дебиторов, которые при этом могут и не являться аффилированными лицами, в факторинговом портфеле клиента, устанавливая ее на уровне не более 10–25% (то есть лимит финансирования одного дебитора не будет превышать установленную долю всего лимита, открытого фактором на клиента). Таким образом, финансовые агенты проводят принудительную диверсификацию портфеля, хотя это не означает, что клиент не будет осуществлять поставки деби-

тору свыше установленной величины — клиент может производить поставки сверх лимита, который обозначил фактор, но профинансировать их фактор откажется, пока не освободится лимит. В эту же группу риска можно включить и все возможные виды сговора дебиторов против клиента фактора, клиента и дебитора против фактора, что практически всегда раскрывается уже по факту совершения злодеяния, и факторам остается, в такой ситуации, надеяться на вмешательства оперативных служб и компетентные решения судебных органов.

Одним из интересных видов специфического факторингового риска является неполучение платежа от дебитора, несмотря на получение им (а в более серьезных случаях и подписания) направленного клиентом уведомления о переуступке фактору денежного требования. Некоторые дебиторы, расположенные в отдаленных регионах нашей страны, не догадываются, что таким образом нарушают закон и факторы могут привлечь их к ответственности. Как правило, это мощные государственные структуры или крупные компании, являющиеся монополистами на рынке, которые не желают менять сложившийся деловой оборот. В такой ситуации факторы стараются решить конфликт своими силами, проводя переговоры с привлечением клиента и собственной юридической службы. Обращение в судебные органы происходит крайне редко, так как клиенты не жалеют портить отношения с такими выгодными партнерами и дебитор либо идет навстречу требованиям фактора, либо исключается из факторингового портфеля клиента.

Двойной факторинг — это еще один вид мошенничества, при котором клиент заключает два договора факторинга с разными финансовыми агентами и получает двойное финансирование по одному и тому же денежному требованию, переуступленному им двум факторам одновременно. К сожалению, снизить данный риск в нашей стране, где не существует баз данных по денежным требованиям для их отслеживания и проверки, крайне тяжело, так как проведение верификации поставки выявить его не поможет и дебитор будет полностью надежным и существующим юридическим лицом.

Одним из самых распространенных факторинговых рисков является риск возврата товара при невыполнении или ненадлежащем выполнении клиентом своих обязательств по контракту перед покупателем, например, поставка недоброкачественного товара, некомплектность, нарушение сроков поставки и прочее. Отследить такой риск фактор может с помощью получения подтверждения со стороны покупателя о поставке продукции (верификация) или заключение регрессного договора факторинга с клиентом, который будет покрывать такого рода возвраты из собственных средств.

Также к широко распространенным на факторинговом рынке рискам необходимо отнести риск проведения взаимозачетов между поставщиком и покупателем. Поставщик может предоставлять скидки своим покупателем по конкретным видам продукции при условии оплаты только части поставленного товара, проводить промоушн-акции и прочее. Для покрытия такого риска факторы детально изучают договоры поставки на предмет специальных условий и обязывают клиентов заблаговременно информировать их о предстоящих подобных компаниях.

Риском, который, на первый взгляд, может таковым и не показаться, является получение фактором платежей от третьих лиц в оплату переуступленной клиентом дебиторской задолженности. Хотя сам по себе приход денежных средств не может не радовать финансового агента, но согласно Федеральному закону от 07.08.2001 № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» факторы обязаны проверять источник поступления средств и идентифицировать третье лицо. Для выполнения этого требования факторы запрашивают у клиентов и дебиторов необходимые документы, на основании которых был произведен платеж от неизвестной стороны и, убедившись в законности осуществления такой оплаты, имеют право направить поступившие средства в погашение переуступленной задолженности.

Другой риск, который фактору так же не просто определить, как и многие из уже описанных выше, представляет собой отсутствие движения товара, то есть товар существует в действительности, но никуда не перемещается со склада поставщика. Обычно типичная схема такого мошенничества выглядит следующим образом:

Компания А продает товар компании Б, а компания Б, в свою очередь, перепродает товар обратно компании А (см. схему на рисунке 8.12), либо же для большей надежности мошенники могут удлинять схему, добавляя в нее участников для усложнения выявления факта обмана.

Как уже отмечалось ранее, для исключения такого рода мошенничества факторам необходимо анализировать не просто пару *поставщик — покупатель*, но идти дальше в своем анализе и оценивать цепочку *поставщик — покупатель 1 — покупатель 2*, а также рассматривать целесообразность партнерских отношений всех участников цепочки и оценивать получаемую каждым партнером выгоду. Но такого рода глубокий и одновременно широкий анализ всех участников процесса могут себе позволить лишь крупные факторы, давно работающие на рынке и имеющие в своем распоряжении достаточный штат сотрудников.

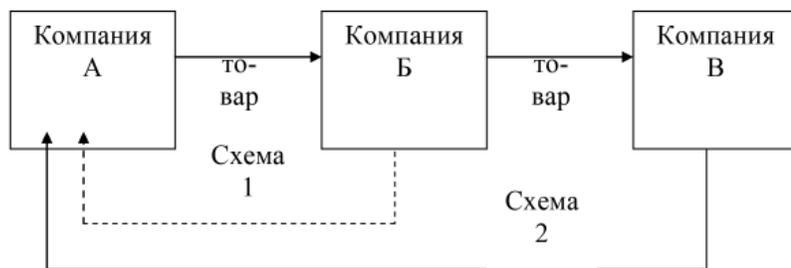


Рис. 10.12. Схемы мошенничества отсутствия движения товара

Прочие риски, которые возникают в практике факторов, носят чаще единичный характер и их рассмотрение не представляется возможным.

На основании вышеперечисленного можно заключить, что факторинг представляет собой рискованный продукт, так как продавцы этого товара, финансовые агенты, несут на себе большое количество рисков, но факторинг может быть низкорискованным продуктом, если факторы будут изучать все описанные риски и проводить их оценку и выстраивать правильную политику риск-менеджмента. Тогда у факторинговой сделки, как и кредитного продукта, будет действительно надежное обеспечение в виде качественной, действенной, верифицированной фактором дебиторской задолженности.

10.5. АНАЛИЗ СИСТЕМ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА, ПРИМЕНЯЕМЫХ ФАКТОРАМИ

Главной проблемой риск-менеджмента для факторинга является система принятия решений, отличная от тех, что используют кредитные подразделения банков. В частности, в силу наличия специфических факторинговых рисков, их оценка требует специальных подходов, например, скоринговой системы оценки, которые широко применимы в мировой практике и начали свое развитие в России, как пример, в НБКИ. В большинстве банков такой системы нет и используется система оценки, близкая к кредитной. И во многих банках факторинг не прижился именно по причине непонимания руководством банка организации риск-менеджмента. Многие руководители факторинговых подразделений банков отмечают, что в банке факторингу приходится приспосабливаться к кредитным технологиям, а это негативно сказывается на оперативности¹. По-

¹ Покаместов И.Е. «Международный опыт осуществления факторинговых операций», Финансовый бизнес, март-апрель 2007, с. 46.

этому последние несколько лет банки стали выделять факторинговые подразделения в отдельные структуры или в обособленные замкнутые самостоятельно функционирующие подразделения с собственной системой принятия решения и обслуживания клиента от его прихода в банк и до получения им факторингового финансирования.

После всесторонней классификации рисков, описанной выше, можно перейти к системам риск-менеджмента, которые все-таки существуют в факторинговых компаниях на сегодняшний день. Все представленные у факторов системы риск-менеджмента можно поделить на три группы:

- 1) риск-менеджмент, ориентированный на клиента;
- 2) риск-менеджмент, ориентированный на дебитора;
- 3) риск-менеджмент, ориентированный и на клиента, и на дебитора.

Указанные виды систем риск-менеджмента расположены в порядке возрастания их надежности для фактора. Рассмотрим подробнее каждую из них.

Методика оценки риска клиента уходит своими корнями в оценку кредитоспособности клиента, которую проводят банки по кредитным продуктам, так как массово факторинг начал развиваться именно в кредитных организациях уже после того, как он был запущен в Российской Федерации Национальной факторинговой компанией «Уралсиб-НИКойл»¹ в 1999 году, на тот момент банком не являвшейся и не имеющей лицензии кредитной организации. Банкам, занявшимся факторингом впервые, было легко адаптировать свою кредитную систему риск-менеджмента к факторинговому продукту. Более того, такие методы оценки риска являются самыми простыми и основываются на методиках оценки платежной дисциплины клиентов и методиках, предлагаемых ЦБ РФ². Подробнее один из вариантов оценки, основанный на 254-П, будет рассмотрен в следующем разделе нашей книги.

К сожалению, такого рода методы оценки имеют один серьезный недостаток, так как не учитывает рыночную специфику и особенности деятельности покупателей, поэтому многие факторы, в том числе и банки, корректируют, дорабатывают методики, предлагаемые Банком России или же разрабатывают свои варианты анализа риска дебиторов по факторинговым продуктам, основанные

¹ На настоящий момент Национальная факторинговая компания «Уралсиб-НИКойл» переименована в Банк «НФК» ЗАО и осуществляет факторинговые операции по лицензии, выданной ЦБ РФ.

² См. положение ЦБ РФ от 26 марта 2004 254-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности».

на зарубежном или собственном опыте¹. Более того, наличие у дебитора длительных просроченных платежей (просрочки являются неотъемлемой частью факторингового бизнеса) не является основанием для банка не проводить финансовый анализ с целью рассмотрения клиента на факторинговое обслуживание, так как при детальном анализе могут быть выявлены экономически обоснованные причины для существования такой длительной задолженности, которых клиенту как раз можно будет избежать, прибегнув к факторинговой услуге.

Итак, факторами проводится первичный всесторонний анализ нового клиента², включая номинальный анализ и дебиторов, а именно:

1) анализ качественной информации по клиенту, проверка руководящего состава компании, планы развития, срок и опыт работы клиента на рынке, бизнес-репутация компании, структура и размер компании, кредитная и платежная дисциплины клиента и его экономический потенциал;

2) анализ финансового положения компании (проводится оценка кредитоспособности и платежеспособности клиента);

3) анализ рыночного положения компании: проверяются отраслевые риски, доля компании на рынке, емкость рынка, динамика развития рынка и компании на рынке, уровень конкуренции, динамика спроса и предложения, сезонность, степень государственного вмешательства и прочее;

4) анализ качества дебиторской задолженности, проводится оценка количества дебиторов клиента, доли поставок каждому дебитору в общем торговом обороте клиента, местоположение дебиторов, сроки отсрочек и платежная дисциплина дебиторов, практика возврата, методика расчетов, особенности документооборота.

Все указанные пункты анализируются на основании документов и данных, предоставляемых только клиентом, включая и пункт 4. При данной политике риск-менеджмента фактором обычно делается ставка на качественную проверку клиента и возможность покрытия риска ненадежных дебиторов за счет надежности клиента, к которому можно будет обратиться на основании права регресса, прописанного в договоре факторинга. Такой стратегии риск-менеджмента придерживаются небольшие банки, которые добавили в свою продуктовую линейку факторинг в качестве ее расширения и соответствия требованиям рынка и современным требованиям

клиентов, которые хотят получать все виды финансовых услуг в одном обслуживающем их банке. Как правило, в таких кредитных организациях созданы небольшие отделы факторинга и клиенты обслуживаются по факторингу наряду с другими банковскими продуктами (кредитами, депозитами, гарантиями). В таком случае, чаще всего, банкам не нужно терять время на проведение пунктов анализа 1–3, а остается только осуществить последний пункт оценки и в случае, если не выявлена информация негативного характера, клиент может быть пригоден для факторингового обслуживания.

Риск-менеджмент, ориентированный на оценку дебитора, обычно применяется факторами при схемах финансирования покупателей, подробно рассмотренных в первой части нашего раздела. Такой подход является зеркальным отражением методики оценки риска клиента. Так как при финансировании покупателей возврат долга и уплата комиссий по договору факторинга является обязанностью покупателя, а не поставщика, то необходимо проводить глубокий анализ покупателя и более сжатую оценку его поставщиков. Поэтому пункты 1–3 анализа, описанного выше, проводятся для покупателя, а пункт 4 для поставщика при методике оценки риска дебитора.

За качественной оценкой покупателей факторы могут обращаться к страховым компаниям (андеррайтерам¹), которые за определенное вознаграждение произведут быструю оценку бизнеса покупателя, включая идентификацию, проверку состоятельности, репутации, оценку масштабов бизнеса и прочее². Так как сделки по финансированию покупателей не являются регрессными, они обычно страхуются и при необходимости андеррайтеры помогут установить лимиты на покупателей и заключат страховой полис.

Как уже могло показаться, самой надежной стратегией при риск-менеджменте факторинговых операций будет совмещение двух рассмотренных выше описанных концепций.

Одним из инструментов управления рисками при факторинге является система установления лимитов. Подход к лимитированию факторинговых сделок у разных факторов различается. Некоторые из них устанавливают максимальную величину риска

¹ См. диссертацию Покаместова И.Е. «Эффективная организация факторингового бизнеса».

² Мусатов А.И., заместитель председателя Правления Национальной факторинговой компании, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Эксперт РА, Москва, 2008, с. 96–97.

¹ Англ. *underwriter* — физическое лицо, руководящее оценкой риска от имени страховой компании или ассоциации андеррайтеров, обладающие специфическими знаниями о рынке, основных игроках, их взаимоотношениях, то есть имеющие доступ к уникальной информации и обладающие информационными базами данных, которые были ими накоплены за годы работы в данной сфере.

² Мусатов А.И., заместитель председателя Правления Национальной факторинговой компании, «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга», Эксперт РА, Москва, 2008, с. 97.

на поставщика, на дебитора или даже на одну выдачу (единоразово предоставляемое финансирование), диверсифицируя тем самым свой кредитный портфель. Другие факторы устанавливают одновременно индивидуальные лимиты финансирования как на поставщика, так и на дебитора на основании комплексной оценки¹, особенно это характерно для факторов, которые следуют последнему типу риск-меджмента.

Вершиной факторингового риск-менеджмента является внеплановые (посещение складов и офисов продаж дебиторов) и плановые проверки переуступленной дебиторской задолженности по определенным показателям, которые факторы устанавливают для себя самостоятельно, например, это могут быть продолжительные просрочки платежа одним и тем же дебитором или, наоборот, отсутствие просрочек, которые свойственны договорам с отсрочкой платежа. Такие дополнительные риск-триггеры² могут себе позволить только крупные факторы, которые в силу продолжительной работы на рынке факторинга ориентированы не на увеличение портфеля факторинговых клиентов, как вновь выходящие на рынок факторы, а на улучшение качества факторингового портфеля.

Хотя еще раз необходимо подчеркнуть, учитывая вышеизложенные виды риска, что факторинг и банковское кредитование базируются на разных формах обеспечения и риск-менеджмент с упором на кредитоспособность клиента в факторинге недостаточен, в том числе и для факторинга с регрессом. Система риска в факторинге должна быть специализированной и разной.

Это подчеркивается и опытными специалистами в сфере факторинга, например, Ильей Покаместовым, который в своей книге «Факторинг: Продажи, технологии, риск-менеджмент»³ предлагает использовать бизнес-анализ при оценке клиентов и дебиторов и моделировать денежные потоки, проходящие через клиента. Фактору необходимо ответить на следующий вопрос: достаточен ли генерируемый компанией операционный денежный поток и насколько он надежен? Суждение о надежности денежных поступлений выносится на основании детального анализа деятельности покупателей (дебиторов), так как они являются для компании важнейшим источником финансирования⁴. При этом автором предла-

гаются различные подходы к анализу денежного потока клиента, которые зависят от количества дебиторов, анализ которых фактору необходимо произвести.

В случае, если портфель клиента содержит небольшое количество дебиторов, фактору рекомендуется проводить оценку и клиента, и всех его покупателей. При наличии большого портфеля подвергнуть всех дебиторов детальному изучению, конечно, невозможно не только в силу ограниченных ресурсных возможностей факторов, но и по причине нехватки информации для анализа, недостаточной информационной открытости российских компаний, а также проблем с достоверностью их финансовой отчетности. Поэтому у фактора остается одна возможность — отказаться от риска, то есть финансировать с регрессом или передать риск страховщику¹, андеррайтеру.

На самом деле на практике, так как количество клиентов факторинговых компаний увеличивается с каждым годом, факторам как раз и приходится сталкиваться с дилеммой: либо содержать внутренний штат сотрудников, который будут проводить всестороннюю оценку клиентов и дебиторов, либо же переложить этот труд на андеррайтеров, которые, в отличие от факторов, обладают необходимой информацией для быстрого анализа дебиторов. Но здесь для факторов возникает другая проблема денежного характера.

На российском рынке страхования только несколько компаний на данный момент занимаются оценкой и страхованием кредитных рисков, поэтому их услуги обходятся фактором недешево, а в условиях кризисной ситуации данные андеррайтеры, кроме повышения тарифов, стали брать на себя риски в меньшем объеме, устанавливая низкие лимиты, которые абсолютно не выгодны факторам.

В такой ситуации бывалые игроки рынка факторинга предлагают использовать скоринговые модели, параметры и критерии которых проверены временем и все потенциальные клиенты пропускаются через скоринговую систему². Подход со скоринговой системой уже несколько лет успешно эксплуатируется не последним игроком на рынке факторинга, МФК «Траст». На выходе скоринговая модель выдает либо положительный, либо отрицательный результат. В случае если клиент фактора по каким-либо причинам не проходит через скоринговую модель, можно обратиться к андеррайтерам, а если и они по каким-либо причинам не могут принять решения, то фактор рассматривает данного клиента индивидуально собственными силами, например, на факторинговом комитете.

¹ Л. Кожина, В. Московин «Развитие факторинговых услуг в России», Инвестиции в России, № 8, 2007.

² *Trigger* — в переводе с английского «спусковой крючок, защелка, срабатывать».

³ И.Е. Покаместов, Д.А. Патрин, М.М. Родионов, М.О. Стешина «Факторинг: Продажи, технологии, риск-менеджмент», Практическое пособие. М.: Издательский дом «Регламент», 2018.

⁴ См. там же, с. 82.

¹ См. там же, с. 84.

² Рейтинговое агентство Эксперт РА, Российский рынок факторинга — 2006, с. 23.

10.6. ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОРТФЕЛЕЙ

Данный раздел работы посвящен обзору применяемых на практике основных экономических теорий, касающихся рынков капитала, а также оценки и формирования портфельных инвестиций. Кроме этого, здесь будет проведен анализ выбранных экономических моделей, рассмотрены их недостатки и ограничения, а также критерии использования для решения тех или иных рыночных ситуаций с целью их применения и адаптации к портфелю дебиторов клиента фактора. По мере возможности будет осуществлено качественное сравнение нижеуказанных моделей друг с другом.

Итак, цель данного раздела – рассмотреть следующие экономические подходы к управлению портфельными инвестициями:

- 1) теория эффективного рынка (*EMH – Efficient Market Hypothesis*);
- 2) модель Марковица;
- 3) модель Тобина;
- 4) модель оценки капитальных активов (*CAPM – Capital Asset Pricing Model*);
- 5) альтернативные модели и подходы.

В теории финансового анализа нет концепции, которая имела бы такое широкое применение, как гипотеза эффективного рынка. Данная концепция является краеугольным камнем количественной теории рынка капитала, и последние тридцать с лишним лет исследования были полностью ей посвящены. В действительности гипотеза эффективного рынка (*EMH*) уходит корнями в начало XX века, а в 60-ые годы XX века была предложена экономистом Фамою и впервые формализована им в 1965 году в его работе «Поведение цен на фондовой бирже», опубликованной в известном экономическом журнале «Бизнес»¹. Фама утверждал, что рынок является мартингалом, или «справедливой игрой», то есть информация не может быть использована для выигрыша на торговой площадке. Фама дал следующее определение эффективного рынка: «Рынок, в котором цены всегда полностью отражают доступную информацию, называют эффективным».²

Другими словами, на таком рынке каждая ценная бумага в любое время продается по цене, рассчитанной хорошо информирован-

ными аналитиками с учетом перспективного уровня спроса на нее и доходов по ней в будущем, которая может быть рассмотрена как справедливая стоимость бумаги. Следовательно, все попытки найти ценные бумаги с неверными ценами оказываются тщетными.

На эффективных рынках в сложившихся ценах уже учтена и обесценена вся публичная информация. Ценовой сдвиг происходит, когда появляется новая информация. Поэтому эффективный рынок не может быть игровым. С этой точки зрения, инвесторы предполагаются рациональными: они не любят рисковать, стремясь получить наибольшую доходность при заданном уровне риска. После систематизации существующей на рынке информации и оценки рисков коллективное сознание рынка находит равновесную цену¹.

Новая информация, появившаяся на рынке, мгновенно отражается на ценах и сегодняшнее изменение цены зависит только от сегодняшних новостей. Сегодняшние прибыли не имеют отношения ко вчерашним; прибыли в этом смысле независимы и они являются случайными переменными. Если накоплено большое количество ценовых изменений (число наблюдений приближается к бесконечности), то их вероятностное распределение становится нормальным. Это предположение о нормальности распределения прибылей открывает дорогу к линейным методам моделирования, которые могут дать оптимальные решения в качестве руководства к действию.

Незадолго до Фамэ в 1952 г. другой известный исследователь рынка капиталов Гарри Марковиц² опубликовал фундаментальную работу, которая до сих пор является основой подхода к инвестициям с точки зрения современной теории формирования портфеля.

Подход Марковица начался с предположения, что инвестор имеет конкретную сумму денег для инвестирования. Эти деньги будут инвестированы на определенный промежуток времени, в конце которого инвестор продает ценные бумаги. Таким образом, подход Марковица может быть рассмотрен как дискретный подход, при котором начало периода обозначается $t = 0$, а конец периода обозначается $t = 1$. В момент $t = 0$ инвестор должен принять решение о покупке конкретных ценных бумаг³. Поскольку портфель

¹ См. там же, стр. 401.

² Гарри Макс Марковиц (англ. Harry Max Markowitz; род. 24 августа 1927), выдающийся американский экономист, автор работы Portfolio selection, лауреат Нобелевской премии (1990) за работы по теории финансовой экономики.

³ Harry Markowitz. Portfolio selection, The journal of finance, Vol. VII, No. 1, March 1952, с. 78.

¹ Fama E. The Behavior of Stock Market Prices, Journal of Business, 15, 1965.

² Fama E. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical, 17. Work. The Journal of Finance, Vol. 25, No. 2, Papers and Proceedings of the Twenty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association New York, N.Y. December, 1969. (May, 1970), p. 393.

представляет собой набор различных ценных бумаг, это решение эквивалентно выбору оптимального портфеля из набора возможных.

Принимая решение в момент $t = 0$, инвестор должен иметь в виду, что доходность ценных бумаг (портфеля) в предстоящий период владения неизвестна. Однако инвестор может оценить ожидаемую доходность (*expected or anticipated returns*) различных ценных бумаг, основываясь на некоторых предположениях (*beliefs of future performances*), а затем инвестировать средства в бумагу с наибольшей ожидаемой доходностью¹. Марковиц отмечает, что инвестор, стремясь одновременно максимизировать ожидаемую доходность и минимизировать неопределенность, т.е. риск, имеет две противоречащие друг другу цели, которые должны быть сбалансированы при принятии решения о покупке в момент $t = 0$. Подход Марковица к принятию решения дает возможность адекватно учесть обе эти цели. Поскольку портфель представляет собой набор различных ценных бумаг, это решение эквивалентно выбору оптимального портфеля из набора возможных.

Инвестор должен считать уровень доходности портфеля случайной переменной (*random variable*). Такие переменные имеют свои характеристики, одна из них — среднее (ожидаемое) значение, а другая — стандартное отклонение². Марковиц утверждает, что инвестор должен оценить ожидаемую доходность и стандартное отклонение каждого возможного портфеля, а затем выбрать «лучший» из них, основываясь на соотношении этих двух параметров. Таким образом, ожидаемая доходность может быть представлена как мера потенциального вознаграждения, связанная с конкретным портфелем, а стандартное отклонение — как мера риска, также связанная с конкретным портфелем.

Ожидаемая доходность портфеля может быть вычислена несколькими способами, все они дают один и тот же результат. Рассмотрим метод, основанный на вычислениях ожидаемой доходности портфеля как средневзвешенной величины ожидаемых доходностей ценных бумаг, входящих в портфель, формула представлена ниже:

$$\bar{r}_p = \sum_{i=1}^N X_i \bar{r}_i = X_1 \bar{r}_1 + X_2 \bar{r}_2 + \dots + X_N \bar{r}_N, \quad (10.1)$$

где N — число ценных бумаг в портфеле, \bar{r}_p — ожидаемая доходность портфеля, \bar{r}_i — ожидаемая доходность ценной бумаги i , X_i —

¹ Harry Markowitz. Portfolio selection, The journal of finance, Vol. VII, No. 1, March 1952, с. 77.

² Harry Markowitz. Portfolio selection, The journal of finance, Vol. VII, No. 1, March 1952, с. 80.

доля начальной стоимости портфеля, инвестированная в ценную бумагу i .

Мера риска должна учитывать вероятность «плохих» результатов и оценивать степень возможного отклонения действительного результата от ожидаемого. Стандартное отклонение позволяет это сделать и является оценкой вероятного отклонения фактической доходности от ожидаемой.

Формула для вычисления стандартного отклонения портфеля, состоящего из N ценных бумаг, выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij}} = \sqrt{\sum_{j=1}^N X_1 X_j \sigma_{1j} + \sum_{j=1}^N X_2 X_j \sigma_{2j} + \dots + \sum_{j=1}^N X_n X_j \sigma_{nj}} = \\ &= \sqrt{X_1 X_1 \sigma_{11} + X_1 X_2 \sigma_{12} + \dots + X_n X_n \sigma_{nn}} \end{aligned} \quad (10.2)$$

где σ_{ij} обозначает ковариацию (*covariance*) доходностей ценных бумаг.

Ковариация является статистической мерой взаимодействия двух случайных переменных, то есть мерой того, насколько две случайные переменные, например, такие как доходности двух ценных бумаг i и j , зависят друг от друга.

Очень близкой к ковариации является мера, известная как корреляция. Ковариация двух случайных переменных равна:

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j, \quad (10.3)$$

где ρ_{ij} — коэффициент корреляции (*correlation coefficient*) между доходностью ценной бумаги i и доходностью ценной бумаги j . Коэффициент корреляции нормирует ковариацию для облегчения сравнения с другими парами случайных переменных.

Метод, который применяется Марковиц для выбора наиболее подходящего портфеля, использует так называемые кривые безразличия (*indifference curves*). Эти кривые отражают отношение инвестора к риску и доходности и могут быть представлены как двухмерный график, где по горизонтальной оси откладывается риск, мерой которого является стандартное отклонение (обозначенное σ_p), а по вертикальной оси — вознаграждение, мерой которого является ожидаемая доходность (обозначенная r_p).

Важное свойство кривых безразличия: все портфели, лежащие на одной кривой безразличия, являются равноценными для инвестора (например, портфели A и B). Следствием этого свойства является тот факт, что кривые безразличия не могут пересекаться.

¹ Harry Markowitz. Portfolio selection, The journal of finance, Vol. VII, No. 1, March 1952, с. 80.

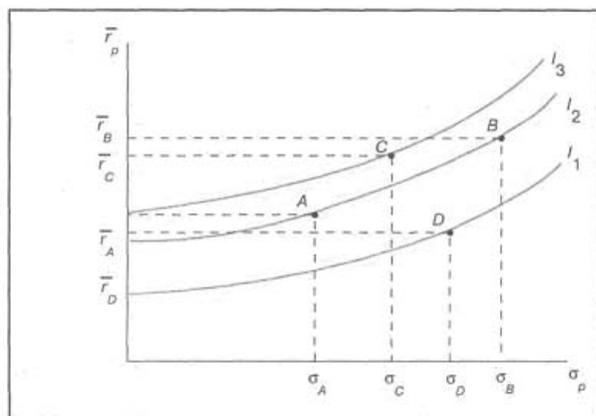


Рис. 10.13. График трех кривых безразличия I_1, I_2, I_3 с изображением четырех портфелей

Из набора N ценных бумаг можно сформировать бесконечное число портфелей, но инвестору не нужно проводить оценку всех этих портфелей. Объяснение того факта, что инвестор должен рассмотреть только подмножество возможных портфелей, содержится в теореме об эффективном множестве (*efficient set theorem*), согласно которой инвестор выберет оптимальный портфель из множества портфелей, каждый из которых:

- 1) обеспечивает максимальную ожидаемую доходность для некоторого уровня риска;
- 2) обеспечивает минимальный риск для некоторого значения ожидаемой доходности. Набор портфелей, удовлетворяющих этим двум условиям, называется эффективным множеством или эффективной границей (*efficient set*).

Кроме этого, Марковиц заключил, что общий риск портфеля состоит из двух компонентов: рыночного риска ($\beta_{pl}^2 \sigma_I^2$) и собственного риска (σ_{ep}^2), а также измеряется дисперсией его доходности (σ_p^2) и выражается следующим образом:

$$\sigma_p^2 = \beta_{pl}^2 \sigma_I^2 + \sigma_{ep}^2 \quad (10.4)$$

где

$$\beta_{pl}^2 = \left(\sum_{i=1}^N X_i \beta_{il} \right)^2 \quad (10.5)$$

Вывод, к которому пришел Марковиц, основываясь на вышеизложенных выкладках, был следующий: диверсификация портфеля приводит к усреднению рыночного риска портфеля и су-

щественному уменьшению его собственного риска, что является очень важным и будет подтверждено на конкретных практических примерах в последующих разделах нашей работы.

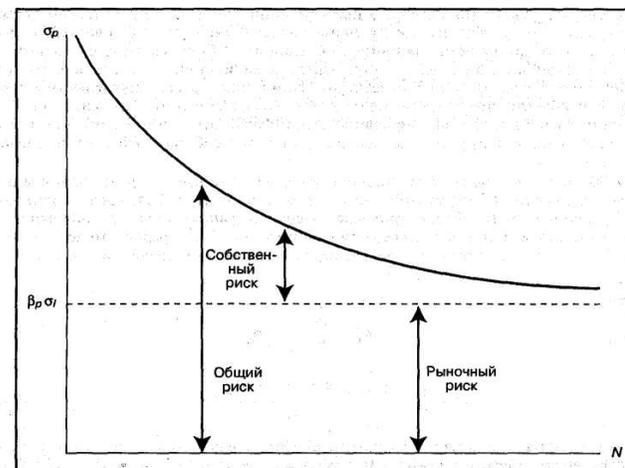


Рис. 10.14. Риск и диверсификация риска

Третий американский исследователь, Джеймс Тобин, пошел дальше и обобщил подход Марковица к инвестициям, за что был удостоен нобелевской премии¹. Согласно его идее инвестору разрешается инвестировать не только в рискованные, но и в безрисковые активы (*riskless assets*)². Это означает, что имеется N активов, доступных для инвестиций, включая $(N-1)$ рискованный актив и один безрисковый³. Кроме этого, инвестор может одалживать деньги при обязательных выплатах по определенной процентной ставке по взятым займам⁴. Также Тобином был рассмотрен эффект от добавления безрискового актива к набору рискованных активов.

¹ Джеймс Тобин (англ. James Tobin) — американский экономист. Исследования в области экономической политики, связей финансовых рынков с потреблением, занятостью, производством и ценами. Нобелевская премия (1981 год) за анализ состояния финансовых рынков.

² Tobin J. and Brainard W., Asset markets and the cost of capital. In economic progress, Private Values and Public policy. New York: North Holland Publishing Company, 1977, с. 239.

³ Безрисковый актив представляет собой ценную бумагу, по которой отсутствует неопределенность конечной стоимости, и стандартное отклонение для которой равно нулю. Нулевую вероятность неуплаты могут иметь только государственные ценные бумаги.

⁴ Там же, с. 239.

Если инвестор абсолютно не склонен к риску, то оптимальный портфель будет состоять из инвестиций только в безрисковый актив. Аналогично, если инвестор менее склонен избегать риска, то оптимальный портфель вообще не будет включать безрисковых активов.

Концепции, описанные выше, были расширены Шарпом, Литнером и Моссином и вылились в модель оценки финансовых активов (*SAPM*)¹. *SAPM* объединила гипотезу эффективного рынка (*EMH*) и математическую теорию портфеля Марковица в модели инвесторского поведения, основанной на рациональных ожиданиях в рамках концепции равновесия.

Шарп сформулировал следующие допущения:

1. Инвесторы производят оценку инвестиционных портфелей, основываясь на ожидаемых доходностях и их стандартных отклонениях.

2. Выбирая между 2 портфелями, инвесторы предпочтут тот, который при прочих равных условиях дает наибольшую ожидаемую доходность.

3. Инвесторы не желают рисковать. При выборе между двумя портфелями они предпочтут тот, который при прочих равных условиях имеет наименьшее стандартное отклонение.

4. Активы бесконечно делимы. Инвестор может купить часть акции.

5. Существует безрисковая процентная ставка, по которой инвестор может дать займы или взять в долг денежные средства и которая одинакова для всех инвесторов.

6. Налоги и операционные издержки незначительны.

7. Для всех инвесторов период вложения одинаков.

8. Информация незамедлительно доступна для всех инвесторов.

9. Инвесторы имеют однородные ожидания (*homogeneous expectations*), т.е. они одинаково оценивают ожидаемые доходности, среднеквадратичные отклонения и ковариации доходностей ценных бумаг².

Как вытекает из этих предположений, в *SAPM* рассматривается идеальный случай рынка ценных бумаг (*perfect markets*). Все инвесторы обладают одной и той же информацией и одинаково оценивают перспективы ценных бумаг. Это позволяет сместить фокус рассмотрения с того, как следует инвестору размещать свои

средства, на то, что произойдет с курсами ценных бумаг, если все инвесторы будут поступать одинаково. Исследуя поведение всех инвесторов, можно выявить характер зависимости между риском и доходностью каждой ценной бумаги¹.

В связи с тем, что все инвесторы имеют одно и то же эффективное множество, единственной причиной, по которой они предпочитают разные портфели, являются их различные предпочтения риска и доходности.

Другим важным свойством *SAPM* является то, что в состоянии равновесия каждый вид ценных бумаг имеет ненулевую долю в портфеле T^2 .

Следующие несколько важных выводов, которые сделал Шарп, кратко перечислены ниже:

1. Каждый инвестор будет держать определенное положительное число рискованных бумаг каждого вида.

2. Текущий рыночный курс каждой ценной бумаги будет находиться на уровне, уравнивающем спрос и предложение.

3. Величина безрисковой ставки будет такой, что общая сумма денежных средств, взятых в долг, будет равна общей сумме денег, предоставленных в займы.

4. В результате трех предыдущих пунктов соотношение долей каждой бумаги в портфеле в состоянии равновесия будет соответствовать соотношению долей бумаг в так называемом рыночном портфеле³.

Причина, по которой рыночный портфель занимает центральное место в *SAPM*, заключается в том, что эффективное множество состоит из инвестиций в рыночный портфель в совокупности с желаемым количеством безрискового заимствования или кредитования.

В модели *SAPM* простым образом определяется связь между риском и доходностью эффективных портфелей:

$$\bar{r}_p = r_f + \left(\frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M} \right) \sigma_p \quad (10.6)$$

¹ См. там же.

² Основанием этого свойства является теорема разделения: если каждый инвестор приобретает T и при этом T не включает в себя инвестиций в каждый вид бумаг, то получается, что никто не инвестировал в те бумаги, которые имели нулевую долю в T . Это должно привести к тому, что курсы данных ценных бумаг упадут, вызвав рост их доходности до тех пор, пока в портфеле их доля не станет отличной от 0.

³ Рыночный портфель — это портфель, состоящий из всех ценных бумаг, в котором доля каждой соответствует ее относительной рыночной стоимости. Относительная рыночная стоимость ценной бумаги равна ее совокупной рыночной стоимости, деленной на сумму совокупных рыночных стоимостей всех ценных бумаг.

¹ Название *SAPM* было дано Шарпом. *SAPM* была достижением трех независимых исследователей и будет рассмотрена в нашей работе согласно трактовке Шарпа в его книге «Инвестиции».

² Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бейли «Инвестиции», М.: ИНФРА-М, 2003, с. 259.

M обозначает рыночный портфель,

\bar{r}_p и σ_p обозначают ожидаемую доходность и среднее квадратичное отклонение эффективного портфеля, а r_f представляет собой безрисковую ставку доходности¹.

Шарп применил формулу Марковица вычисления среднее квадратичного отклонения портфеля для определения среднее квадратичного отклонения рыночного портфеля и получил следующее выражение:

$$\sigma_M = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_{iM} X_{jM} \sigma_{ij}} = \sqrt{X_{1M} \sum_{j=1}^N X_{jM} \sigma_{1j} + X_{2M} \sum_{j=1}^N X_{jM} \sigma_{2j} + \dots + X_{NM} \sum_{j=1}^N X_{jM} \sigma_{Nj}} \quad (10.7)$$

где X_{iM} и X_{jM} — доли инвестиций в бумаги i и j , входящие в рыночный портфель.

В данной ситуации можно использовать одно из свойств ковариации: ковариация бумаги i с рыночным портфелем (σ_{iM}) может быть выражена как взвешенное среднее ковариации каждой бумаги с бумагой i :

$$\sum_{j=1}^N X_{jM} \sigma_{ij} = \sigma_{iM} \quad (10.8)$$

Если применить это свойство к каждой из N рискованных бумаг в рыночном портфеле, то в результате получается:

$$\sigma_M = \sqrt{X_{1M} \sigma_{1M} + X_{2M} \sigma_{2M} + \dots + X_{NM} \sigma_{NM}} \quad (10.9)$$

где через σ_{iM} обозначена ковариация бумаги i с рыночным портфелем. Таким образом, среднее квадратичное отклонение для рыночного портфеля равно квадратному корню из взвешенного среднего ковариаций всех бумаг с рыночным портфелем, где в качестве весов выступают доли инвестиций в бумаги, входящие в состав этого портфеля².

В соответствии с этим для каждого инвестора понятно, что величина допустимого риска каждой бумаги определяется ковариацией этой бумаги с рыночным портфелем, σ_{iM} , то есть инвесторы будут рассматривать бумаги с большим значением σ_{iM} как вносящие большой риск в рыночный портфель. Отсюда также следует, что

бумаги, среднее квадратичное отклонение которых велико, не обязательно вносят больше риска в рыночный портфель.

Как видно из вышеизложенного, *SAPM* требует выполнения большого числа предположений. Профессор Йельского университета С. Росс в 1976 году предложил альтернативную модель, основанную на меньшем числе предположений¹ — теория арбитражного ценообразования (*APT — Arbitrage Pricing Theory*). Главным предположением этой теории является то, что инвестор стремится использовать возможность увеличения доходности своего портфеля без увеличения риска². Механизмом, способствующим реализации данной возможности, является арбитражный портфель.

Арбитраж — это получение безрисковой прибыли путем использования разных цен на одинаковые продукты или ценные бумаги. Арбитраж, являющийся широко распространенной инвестиционной тактикой, обычно состоит из продажи ценной бумаги по высокой цене и одновременной покупки такой же ценной бумаги (или ее эквивалента) по низкой цене.

Однако такая возможность реализуется редко. Арбитражер с неограниченной возможностью осуществления «коротких» продаж может быстро выровнять дисбаланс цен на этих рынках, профинансировав покупку актива на рынке с низкой ценой за счет его продажи на рынке с высокой ценой. Возможность безрискового арбитража очень кратковременна.

Сущность арбитража проявляется при рассмотрении различных цен на определенную ценную бумагу. Однако «почти арбитражные» возможности могут существовать и у похожих ценных бумаг или портфелей. Определить, подходит ли ценная бумага или портфель для арбитражных операций, можно различными способами. Одним из них является анализ общих факторов, которые влияют на курс ценных бумаг³.

Это подразумевает, что ценные бумаги или портфели с одинаковыми чувствительностями к факторам ведут себя одинаково, за исключением внефакторного риска. Поэтому ценные бумаги (портфели) с одинаковыми чувствительностями к факторам должны иметь одинаковые ожидаемые доходности, в противном случае имелись бы «почти арбитражные» возможности. Но как только такие возможности появляются, деятельность инвесторов

¹ Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бейли «Инвестиции», М.: ИНФРА-М, 2003, с. 264.

² Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бейли «Инвестиции», М.: ИНФРА-М, 2003, с. 265–266.

¹ Richard Roll J. and Stephen A. Ross «An Empirical», The journal of finance, Vol. XXXV, No. 5, December 1980, с. 1073.

² Там же, с. 1074.

³ Ross. S.A. The Arbitrage Pricing Theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory, December 1976, с. 348.

приводит к их исчезновению. Это важное рассуждение лежит в основе *APT*¹.

В соответствии с *APT* инвестор исследует возможности формирования арбитражного портфеля для увеличения ожидаемой доходности своего текущего портфеля без увеличения риска.

APT исходит из предположения о связи доходности ценных бумаг с некоторым количеством неизвестных факторов. Предположим, что имеется N факторов, например, таких, как темп роста промышленного производства, уровень инфляции в стране, размер капитализации компании и прочие. В таком случае доходность ценных бумаг определяется в соответствии со следующей N -факторной моделью:

$$r_i = a_i + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{iN}F_N + \varepsilon_i \quad (10.10)$$

где r_i — ставка доходности ценной бумаги i , F_j — значение j -ого фактора, a_i — ожидаемая доходность актива i , β_{ij} — чувствительность ценной бумаги i к значению фактора F_j , ε_i — несистематическая доходность ценной бумаги i .

При формировании арбитражного портфеля следует соблюдать три условия. Во-первых, это портфель, который не нуждается в дополнительных ресурсах инвестора. Если через x_i обозначить изменение стоимости ценной бумаги i в портфеле инвестора (а значит, и ее вес в арбитражном портфеле), то это требование к арбитражному портфелю записывается так:

$$\sum_i x_i = 0 \quad (10.11)$$

Во-вторых, арбитражный портфель не чувствителен к каким-либо факторам. Поскольку чувствительность портфеля к фактору является средневзвешенной чувствительностей ценных бумаг портфеля, то это требование в общем виде выглядит так:

$$\sum_i \sum_j x_i \beta_{ij} = 0 \quad (10.12)$$

где β_{ij} — чувствительность i -ой ценной бумаги к j -ому фактору.

И, в-третьих, арбитражный портфель приносит положительную доходность. Это условие может быть записано следующим образом:

$$\sum_i x_i r_i > 0 \quad (10.13)$$

где r_i — ставка доходности i -ой ценной бумаги в портфеле².

Инвесторы будут формировать арбитражные портфели, пока не будет достигнуто равновесие. Это означает, что равновесие будет достигнуто, когда любой портфель, удовлетворяющий уравнениям (10.12) и (10.13), будет иметь нулевую ожидаемую доходность.

Основные преимущества *APT* перед *SAPM* заключаются в том, что она не делает ограничительных предположений о предпочтениях инвестора относительно риска и доходности, относительно функций распределения доходностей ценных бумаг и не предполагает построения «истинного» рыночного портфеля. В этом смысле *APT* является менее сложной, чем *SAPM*. Вместе с тем *APT* не слишком широко используется инвесторами. Основная причина этого заключается в неопределенности относительно факторов, которые систематически влияют на доходы по ценным бумагам.

С линейными моделями, описанными выше, легко работать и легко применять их на практике, но они обладают определенной ограниченностью. Теория хаоса и наука о сложных системах, описанные в книге Э. Петерса «Хаос и порядок на рынках капитала», предлагают другой подход. Согласно этому подходу, линейные модели представляет собой частный случай.

Линейная парадигма, как было замечено еще в начале раздела, предполагает, что инвесторы линейно реагируют на информацию, т.е. используют ее сразу по получении. Это соответствует концепции рационального инвестора, которая утверждает, что прошлая информация уже дисконтирована в стоимости ценных бумаг. Поэтому линейная парадигма подразумевает, что прибыли должны иметь приблизительно нормальное распределение и быть независимыми.

Новая парадигма обобщает реакцию инвестора, включая в себя возможность нелинейной реакции на информацию и, следовательно, влечет за собой естественное расширение существующих взглядов.

Для подтверждения нелинейности в первую очередь подвергается сомнению нормальное распределение прибылей, подробное изучение которых было впервые предпринято Фамэ, заметившим, что прибыли имеют отрицательную асимметрию: большее количество наблюдений было на левом (отрицательном) хвосте, чем на правом. Кроме того, хвосты были толще, и пик около среднего значения был выше, чем у нормального распределения (см. рис. 10.15). Это же отметил Шарп (Sharpe) в своем учебнике 1970 г. «Теория портфеля и рынки капитала»: «у нормального распределения вероятность сильных выбросов очень мала. Однако на практике такие экстремальные величины появляются довольно часто»¹.

¹ Там же, с. 346.

² Ross. S.A. The Arbitrage Pricing Theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory, December 1976, с. 350–353

¹ Sharpe. W.F. Portfolio Theory and Capital Markets, New York: McGraw-Hill, 1970, стр. 21.

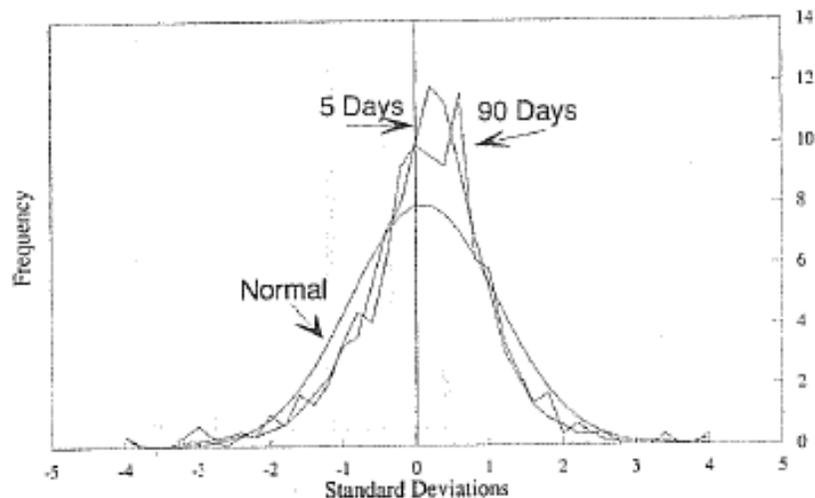


Рис. 10.15. Индекс Доу-Джонса для акций промышленных компаний, частотное распределение: 1888–1991: нормальное распределение и действительные прибыли¹

Нелинейная парадигма считает ошибочными и другие общепринятые утверждения *САРМ*. Рассмотрим коротко, какие именно и почему.

Концепция равновесия. Традиционный подход предполагает, что если не существует внешних влияний, то эффективный рынок находится в покое. Все уравновешивает друг друга: предложение равно спросу. Возмущая рынок, внешние факторы выводят его из равновесия. Рынок реагирует на возмущения и возвращается в равновесное положение линейным образом. Однако если посмотреть на исторические факты, утверждают сторонники нелинейных теорий, то можно увидеть, что любая экономическая система избегает равновесия. Если экономическая система «хочет выжить», она должна эволюционировать, или, как утверждает И. Пригожин, «находиться далеко от равновесия»². Сторонники классических теорий утверждают, что любая система избегает равновесия. Если система «хочет выжить», она должна эволюционировать. Согласно новой теории, эффективный рынок — это волатильный рынок, и стремление к равновесию не является необходимым условием³.

¹ Э. Петерс «Фрактальный анализ финансовых рынков», М.: Интернет-трейдинг, 2014, с. 31.

² И. Пригожин «Философия нестабильности, Вопросы философии», 1991, № 6, с. 47.

³ Э. Петерс «Хаос и порядок на рынках капитала», М.: МИР, 2000, с.19.

Время. Оно либо игнорируется, либо, в лучшем случае, рассматривается наравне с другими переменными модели. Рынки при таком подходе не обладают памятью о прошлом или имеют очень ограниченную память. Идея о том, что лишь одно какое-то событие может изменить будущее, чужда линейной парадигме — вот в чем причина пропуска экономистами поворотных точек экономической эволюции — считают сторонники динамического подхода¹.

Риск. Следующим расхождением нелинейного подхода с теорией *САРМ* является предположение о склонности участников рынков капитала к риску в противоположность концепции рационального инвестора. Люди не всегда питают отвращение к риску, они могут рисковать, особенно если осознают, что обречены на потери, если не будут этого делать. К тому же люди могут не реагировать на информацию сразу по ее получении. Они могут откликаться на нее некоторое время спустя, что говорит о нелинейной реакции инвестора на рыночные изменения.

Самым главным отличием альтернативной парадигмы является **наличие неединственного решения**. Согласно нетрадиционному подходу большинство сложных систем может быть смоделировано с помощью нелинейных дифференциальных уравнений. Теория эффективного рынка сузила модель поведения инвестора до простых уравнений с единственным решением. Однако рынки не упорядочены и не просты, они хаотичны и сложны. Поэтому необходимы модели со множеством возможных решений.

Возьмем для иллюстрации простую нелинейную систему. Предположим, есть акция ценой P_t , продаваемая меньше чем за рубль. Поскольку на рынок приходит много покупателей, их требования становятся причиной повышения цены на определенную долю от первоначальной стоимости, определяемую коэффициентом a . Тогда стоимость этой акции в момент времени $t + 1$ будет равна:

$$P_{t+1} = a \cdot P_t \quad (10.14)$$

В этом уравнении предполагается, что существуют только покупатели. Чтобы сделать модель более реалистичной, нужно учесть влияние продавцов. Предположим, что в то время как цена увеличивается на $a \cdot P_t$, продавцы уменьшают ее на $a \cdot P_t^2$. Уравнение (10.14) приобретает вид:

$$P_{t+1} = a \cdot P_t - a \cdot P_t^2 \quad (10.15)$$

$$P_{t+1} = a \cdot P_t \cdot (1 - P_t) \quad (10.16)$$

¹ Э. Петерс «Хаос и порядок на рынках капитала», М.: МИР, 2000, с. 20.

Эта модель тоже не реалистична, однако она объясняет, что происходит, если давление покупателей поднимает цены на a , а продавцы снижают на $a \cdot P_t^2$. При низком спросе цены снижаются до нуля, и система умирает, при высоком — цены стремятся к устойчивому состоянию, к «справедливой величине»¹.

Предположим, покупательское давление дает рост со скоростью $a=2$ и $P_0=0,3$. В соответствии с итерационным уравнением (10.14) цена в конце концов устанавливается на отметке 0.50. На средних величинах цены конвергируют к постоянной величине. Однако, если скорость роста увеличить до $a=2.5$, то неожиданно образуются две справедливых цены, и система начинает осциллировать между ними. На этом, однако, дело не заканчивается.

Если скорость роста a непрерывно повышать, то возможно появление 4-х, 16-ти, 32-х справедливых цен. В итоге, при $a=3.75$ имеет место бесконечное количество справедливых цен. Система не может установиться на какой-то справедливой цене, она флуктуирует случайным образом, хаотически. На рис. 10.16 показана диаграмма с критическими величинами скорости роста a , где число справедливых цен увеличивается.

Эта модель не реалистична, она предполагает, что давление продавцов прямо соотносится со скоростью роста покупательского спроса. Однако она показывает, какие сложные результаты могут породиться даже в простой нелинейной системе. Легко представить себе уровень сложности большой нелинейной системы, такой, например, как активно функционирующий рынок капитала. Уравнение (10.14) — это знаменитое логистическое уравнение, хорошо изученное и описанное в литературе.

Согласно нелинейному подходу большинство сложных естественных систем может быть смоделировано с помощью нелинейных дифференциальных уравнений. Эти уравнения полезны именно по тем причинам, по которым их стремятся избегать. Теория эффективного рынка сузила модель поведения инвестора до простых линейных дифференциальных уравнений с единственным решением. Однако рынки не упорядочены и не просты, они хаотичны и сложны. Поэтому необходимы модели со множеством возможных решений.

Наравне с нелинейными системами альтернативная теория рассматривает фрактальную геометрию, которая описывает сложные системы, используя небольшое количество терминов и правил.

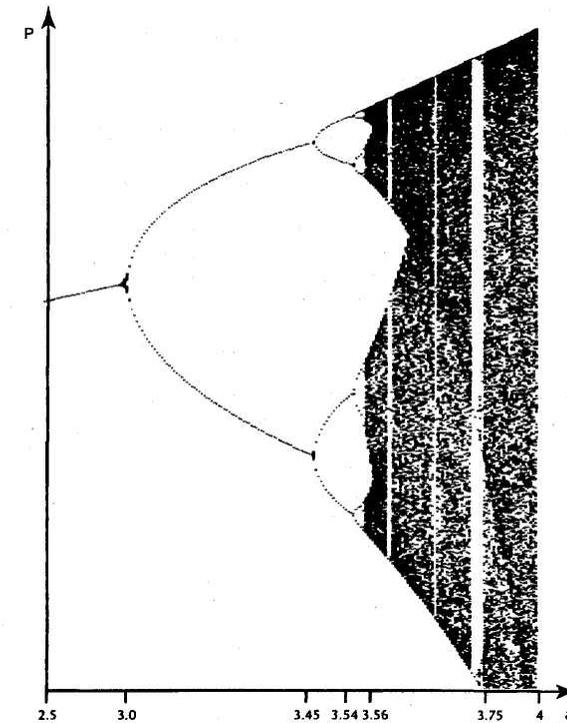


Рис. 10.16. Бифуркационная диаграмма: логистическое уравнение¹

Всеобъемлющего определения фракталов² не существует. Фракталами называют такие объекты, которые обладают свойством самоподобия. Это означает, что малый фрагмент структуры такого объекта подобен другому, более крупному фрагменту или даже структуре в целом. Один из самых наглядных естественных фракталов — это дерево. Каждое ответвление со своими собственными ветвями подобно всему дереву целиком в качественном смысле.

По мнению сторонников фрактальной геометрии большинство природных форм, временных рядов наилучшим образом описываются фракталами, так как они отражают объективную реальность, в отличие от линейных фигур.

¹ Э. Петерс «Хаос и порядок на рынках капитала», М.: МИР, 2000, с. 21–22.

¹ Э. Петерс «Хаос и порядок на рынках капитала», М.: МИР, 2000, с. 23.

² Термин «фрактал» (лат. «fractus» — фрагментированный) принадлежит Бенуа Мандельброту, который предложил по сути новую, неевклидовую геометрию.

Например, фрактальная размерность линии рассчитывается посредством измерения свойства зазубренности. Подсчитываем количество окружностей определенного диаметра, которое необходимо для покрытия линии. Количество окружностей и их радиус связывает следующая зависимость:

$$N \cdot (2 \cdot r)^D = 1 \quad (10.17)$$

где N – количество окружностей, r – радиус окружности, D – фрактальная размерность¹.

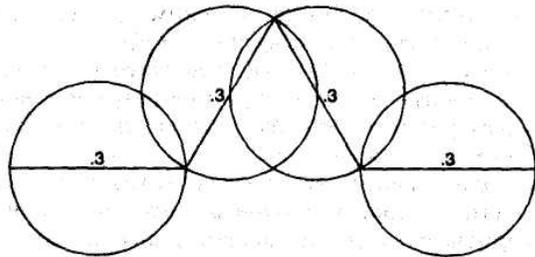


Рис. 10.17. Вычисление фрактальной размерности²

Уравнение (10.17) может быть приведено к отношению логарифмов:

$$D = \frac{\log N}{\log\left(\frac{1}{2}r\right)} \quad (10.18)$$

Этот же метод может быть использован для сравнения рядов прибылей, обозначенных S_1 и S_2 в таблице 10.2. Ряд S_2 не нормально распределен и имеет выраженный тренд. Ряд S_1 не показывает тренда и имеет накопленную прибыль 1,93%, в то время как S_2 имеет 22,83%. Однако S_1 и S_2 имеют почти одинаковые стандартные отклонения 1,70 и 1,71, соответственно. Сторонники линейной теории скажут, что оба ряда не нормально распределены, и это делает их сравнение невозможным.

Таблица 10.2

Стандартное отклонение в сравнении с фрактальной размерностью

Наблюдение	S_1	S_2
1	2	1

¹ Э. Петерс «Хаос и порядок на рынках капитала», М.: МИР, 2000, с. 81.

² Там же, с. 82.

Наблюдение	S_1	S_2
2	-1	2
3	-2	3
4	2	4
5	-1	5
6	2	6
Накопленная прибыль	1,93	22,83
Стандартное отклонение	1,7	1,71
Фрактальная размерность	1,41	1,13

Однако если обратиться к фрактальным размерностям рядов: у S_1 она равна 1,41, у S_2 – 1,13. Следовательно, ряд S_1 более «зазубрен», чем S_2 , поэтому он более изменчив и, можно утверждать, что вложение в первые акции более рискованно, чем в акции, прибыль которых соответствует ряду S_2 .

Кроме уже изложенного выше, теория хаоса утверждает, что в любой нелинейной системе всегда существует точка, где теряется память о начальных условиях, в противовес линейному утверждению о долговременной памяти, упоминавшемуся выше. Теоретически процесс с долговременной памятью предполагается берущим начало из бесконечно удаленного прошлого. И теоретически все фракталы имеют бесконечную инвариантность. Однако естественные фракталы (например, дерево, сосудистая система человека) не таковы. Аналогично этому предполагается, что процессы с долговременной памятью в большинстве систем не бесконечны – они имеют предел. Сколь долга эта память, зависит от структуры нелинейной динамической системы, которая порождает фрактальный временной ряд.

Фрактальный анализ предлагает для моделирования более сложную математику, но его результаты ближе к практическому опыту.

Фрактальная природа рынков капитала противоречит гипотезе эффективного рынка и всем количественным моделям, которые подразумевают нормальное распределение и конечную дисперсию. Альтернативная теория, в отличие от традиционной, не упрощает реальность, не игнорирует влияние времени и рассматривает линейную парадигму как частный случай.

Новый подход предлагает для моделирования более сложную математику, но его результаты ближе к практическому опыту и заслуживают также внимания для рассмотрения.

Возвращаясь к классическим методам формирования портфелей, которые более распространены и применимы на рынках, можно прийти к положительному выводу в том, что использование традиционных моделей возможно и для оптимизации набора дебиторов клиента фактора при заключении клиентом договора факторинга. Портфель финансовых активов может быть трансформирован в портфель дебиторов с установленными на каждого индивидуальными лимитами, а условием, ограничивающим такой портфель, может являться как лимит, которые фактор открывает на клиента (например, лимит, подтвержденный страховой компанией), так и объем свободных ресурсов, которыми располагает сам фактор. Также ограничивающим параметром для такого портфеля будет являться и показатель риска как по дебиторам в отдельности (аналог риска ценной бумаги, входящей в портфель финансовых активов), так и общий риск портфеля, который будет рассчитываться исходя из коэффициентов риска дебиторов клиента фактора (аналога общего риска портфеля ценных бумаг, акций).

При этом уровень формирования портфеля с клиентского может быть повышен до уровня фактора и портфель фактора будет состоять из факторинговых контрактов, заключаемых фактором с клиентами. Наглядно обозначенные уровни оптимизации представлены на рисунке 10.18.



Рис. 10.18. Уровни детализации факторинговых портфелей

Лимит такого портфеля будет ограничиваться уже статьей расходов банка на финансирование факторингового подразделения в целом, и также общим риском такого консолидированного портфеля. Параметры для вычисления доходности и риска факторингового портфеля фактора, как видно из его сложной

структуры, очевидно, будут иметь более сложные формулы для их вычисления.

Детальная разработка моделей первого уровня будет рассмотрена в следующем разделе нашей книги с математическими выкладками и необходимыми логическими обоснованиями.

Раздел 11

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФАКТОРИНГОВЫХ ПОРТФЕЛЕЙ

11.1. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА ФАКТОРИНГОВОГО ПОРТФЕЛЯ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ НА РИСК

Особую актуальность, как было замечено в предыдущем разделе, представляют различные методики расчета экономических показателей факторинговой сделки, так как методы, используемые факторами, могут сильно отличаться и кроме опыта, которым делятся друг с другом участники российского рынка факторинга, зачастую ни на чем больше не основаны.

Данный раздел работы посвящен адаптации рассмотренных в предыдущем разделе моделей портфельных инвестиций, таких как модель Марковица и ценовая модель рынка капиталов (САРМ)¹ к факторинговой сделке с целью максимизации банковской прибыли и ограничения по уровню риска, который банк готов на себя принять.

Применение описанных моделей возможно не только на финансовом рынке при формировании оптимального портфеля ценных бумаг с целью получения наибольшей доходности и снижения риска портфеля, как уже было сказано выше, но абсолютно равноценное использование данных моделей может быть и в других областях, не связанных с куплей-продажей ценных бумаг; при постановке иных задач, в которых можно однозначно определить и задать параметры, требующие вычисления максимального или минимального значений. При этом должны существовать ограничения, что делает задачу решаемой, и обычно их поиск не составляет трудности, так как ограничения всегда накладываются реальными обстоятельствами, особенно при функционировании какого-либо предприятия в любой сфере деятельности.

Возьмем для примера компанию, занимающуюся производством товаров, предположим, мебельных изделий. Самыми очевидными целями, которые может поставить перед собой руководство такой компании, представляются максимизация прибыли при ограничении на производственные ресурсы, которыми располагает производитель, как-то: производственные материалы, трудовые ресурсы,

¹ Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж.Александр, Джеффри В. Бейли «Инвестиции», М.: ИНФРА-М, 2003.

затраты на заработную плату и прочее, — или достижение установленного уровня дохода компании при минимизации обозначенных издержек производства. Применение моделей Марковица при ограничении на производственные ресурсы уже изучено и подробно рассмотрено, например, в учебнике «Исследование операций» О.А. Косоруков, А.В. Мищенко.¹

Необходимо заметить, что количество ограничений, которые задавались в таких задачах, может быть неограниченным, что позволяет учесть различные факторы, влияющие на производственный процесс, то есть на целевую функцию.

Еще одной областью, где было успешно произведено применение моделей оптимизации, стала сфера логистики и управление складским помещением². Разработчиками были предложены модели оптимизации эффективности проекта строительства и эксплуатации склада в условиях, когда критерием оптимального выбора параметров склада были либо доходность склада за период, либо обеспечение наибольшего значения чистой стоимости самого проекта. После разработки моделей было осуществлено их успешное практическое применение.

Непосредственное применение моделей портфельных инвестиций к факторинговой сделке стало рассматриваться автором данной работы на практике после проведения детального анализа условий факторинговой сделки с точки зрения предложений, обозначенных в свое время Шарпом, но относящихся к выбору портфеля ценных бумаг³. Факты, проанализированные авторами книги и описанные ниже, оказались очень схожи с предположениями Шарпа, зафиксированными им много лет назад:

1. Дебиторы клиента не являются зависимыми, так как фактор проводит проверку аффилированности покупателей клиента, чтобы снизить возможные мошенничества и риск неплатежей, любые связи между дебиторами отслеживаются и такие связанные дебиторы не включаются в портфель.

2. Фактор производит оценку портфеля, основываясь на ожидаемой доходности портфеля (говоря словами Шарпа, портфеля, состоящего не из ценных бумаг, а покупателей клиента) и уровню риска, который фактор определяют для каждого дебитора.

¹ О.А. Косоруков, А.В. Мищенко «Исследование операций», М.: Издательство «Экзамен», 2003., с. 208, «Задача оптимального распределения ресурсов».

² Мищенко А.В., Виноградов А.Б., Виноградова Е.В. Оптимизация складских проектных решений в логистике, Логистика и управление цепями поставок, апрель, № 2 (13), 2006.

³ См. пункт 1.5 первой главы работы.

3. Выбирая между двумя портфелями, фактор предпочтет тот, который при прочих равных условиях дает наибольшую ожидаемую доходность.

4. Фактор не желает рисковать. При выборе между портфелями он предпочтет тот, который при прочих равных условиях имеет наименьший риск (согласно Шарпу, стандартное отклонение).

5. Лимиты, устанавливаемые на дебиторов клиента, «делимы», то есть клиент может финансироваться не в полном объеме лимита, а выбирать лишь его часть, или же сам фактор может уменьшить его в случае необходимости.

6. Существует безрисковая процентная ставка, по которой фактор (в данном случае это обязательно кредитная организация) может дать займы или взять в долг денежные средства и которая одинакова для всех факторов, например, стоимость овердрафтного кредита или овернайма, предоставляемого Центральным банком Российской Федерации¹.

7. Налоги и операционные издержки существуют, так как комиссии факторов облагаются НДС, но так как его оплата возложена на клиента, то его можно не учитывать при расчетах.

8. Период отсрочки платежа у контрагентов клиента различный, но при анализе клиента фактор оперирует месячными оборотами поставок и устанавливает лимит, исходя из месячных планов отгрузки клиента.

9. К сожалению, факторинговый рынок обладает невысоким уровнем обмена информацией и, как уже говорилось ранее, не существует на сегодняшний день единого бюро кредитных историй по факторинговым сделкам.

10. Факторы имеют всегда однородные ожидания на рынке.

После установления указанных допущений, которые, заметим, действительно являются реально существующими на рынке факторинга (что, в свою очередь, облегчает постановку оптимизационной задачи), правомерным будет пересмотр модели *SAPM* к факторинговой сделке.

Для начала рассмотрим дискретную ценовую модель рынка капиталов, применив ее к факторинговой сделке по финансированию покупателей (дистрибьюторов).

Пусть клиентом фактора является поставщик товаров массового потребления (такие компания чаще всего прибегают к факторинговым услугам) и фактору известен список дебиторов, которых поставщик хотел бы подключить к факторинговой программе — 1, ... *n*.

¹ Список банков, которые могут воспользоваться кредитами ЦБ РФ с установленными на них лимитами, регулярно публикуется в Вестнике Банка России.

Для наглядности предположим, что *i*-й покупатель получает отсрочку платежа по товарам, поставляемым поставщиком, в размере 60 календарных дней с даты поставки товара. Обозначим ее *k_i*. Финансовый агент, согласно договору, подписанному с покупателем, предоставляет ему дополнительную отсрочку в виде 30 календарных дней (*r_i*).

Также финансовому агенту известна стоимость привлечения финансовых ресурсов на рынке α_i в момент времени $t=0$, где α_i представляет собой, например, ставку *mosprime*¹ сроком, соответствующим общей отсрочке платежа, которую получает *i*-й покупатель, заключив договор факторинга с фактором.

В нашем случае, девяносто дней общей отсрочки будут соответствовать трехмесячной ставке *mosprime*, по которой банку необходимо будет привлекать ресурсы на рынке.

Ниже будем считать, что банк хотел бы получить в момент времени t_i (k_i+r_i) доход по каждому *i*-ому покупателю, обозначенный следующим распределением $\gamma_i^1, \dots, \gamma_i^m$ с вероятностями p_1, \dots, p_m , где γ_i представляет собой сумму ставки чистой доходности банка (обозначим ее через *d*) и ставки привлечения средств на рынке, в нашем конкретном случае это ставка *mosprime* (s_i), соответствующая общему сроку отсрочки платежа, которую получает покупатель.

$$\gamma_i = d + s_i$$

Иными словами, *d* — постоянная составляющая дохода фактора, маржа, s_i — переменная составляющей дохода фактора, тип которой прописывается в договоре факторинга, а текущее значение фиксируется при каждом финансировании. При $d=0$ ставка для клиента фактора будет плавающей, то есть фактор сможет получить доход только за счет большего роста s_i относительно α_i , при $s_i=0$, ставка становится фиксированной и в этом случае фактор может рассчитывать только на доход в виде разницы между *d* и α_i , которая может быть и минусовой при неблагоприятных рыночных условиях. Совмещение двух составляющих ставки фактора (плавающей и фиксированной) является более надежным и гибким способом покрытия финансовых колебаний.

Математическое ожидание будущей стоимости *i*-ого актива есть величина

$$\bar{\gamma}_i = \sum_{j=1}^m (d + s_i^j) p_j \quad (*)$$

¹ MosPrime — ставка предоставления рублевых кредитов (депозитов) на определенный срок, которая объявляется на экране «РЕЙТЕР», странице MOSPRIME=, в 13.00 по московскому времени каждый рабочий день.

Будем предполагать, что заданы так называемые β -коэффициенты по каждому дебитору, которые обозначим β_i ($i=1,2,\dots,n$). Эти коэффициенты задают количественную оценку риска по каждому покупателю (дебитору), и алгоритмы их расчетов в каждом банке различны. Самые простые из них основываются на методиках оценки платежной дисциплины клиентов и/или методиках, предлагаемых ЦБ РФ¹. Для расчета рискованных коэффициентов банку необходимо изучить историю просроченной задолженности каждого покупателя и его финансовое состояние за определенный временной интервал (в идеальной ситуации — за последние 180 дней).

Таблица 11.1

Матрица рискованных коэффициентов, применяемых факторами при анализе дебиторов

Обслуживание долга Финансовое положение	Хорошее	Среднее	Плохое
	Хорошее	0	0,01–0,20
Среднее	0,01–0,20	0,21–0,5	0,51–1
Плохое	0,21–0,5	0,51–1	1

В этих условиях банк, произведя комплексный анализ деятельности поставщика на основании его финансовых документов, плана производства и поставок на ближайший период (обычно это календарный год), устанавливает максимальный объем финансирования F (обозначим его как лимит финансирования), который может быть предоставлен поставщику фактором и который будет являться ограничивающим параметром для нашей задачи. В пределах данного лимита финансовый агент хотел бы подключить к факторинговой программе только столько покупателей поставщика (будущего клиента фактора), чтобы, профинансировав их поставки, получить в момент времени $t=T$ максимальный ожидаемый прирост своей доходности ΔF .

Фактор также может провести анализ финансовой отчетности каждого покупателя и его плана продаж на тот же плановый период, что и у поставщика, и на основании полученных данных финансовый агент определяет размер финансирования каждого покупателя, для которых верно следующее условие $V_1 + V_2 + \dots + V_n = F$. Назовем V_i сублимитом финансирования клиента по денежным требованиям к i -ому покупателю.

Здесь необходимо подробнее остановиться на устанавливаемых лимитах, которые, как было замечено в восьмом разделе книги, яв-

¹ См. положение ЦБ РФ от 26 марта 2004 254-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности».

ляются одним из ограничений риска, принимаемым фактором. Так как отсрочки оплаты у каждого покупателя поставщика разные, то на лицо неравномерное распределение оборотов во времени, что может быть рассмотрено разными факторами по-разному.

Предположим, что i -й покупатель имеет отсрочку t_i , то есть покупатель 1 имеет отсрочку платежа t_1 , покупатель 2 — t_2 и так далее, а покупатель n — t_n . Тогда графически обороты обозначенные, соответственно покупателям O_1, \dots, O_n (чаще всего клиентами ведется статистика по месячным оборотам поставки и ее обычно они и предоставляют в распоряжение факторам) можно изобразить следующим образом:

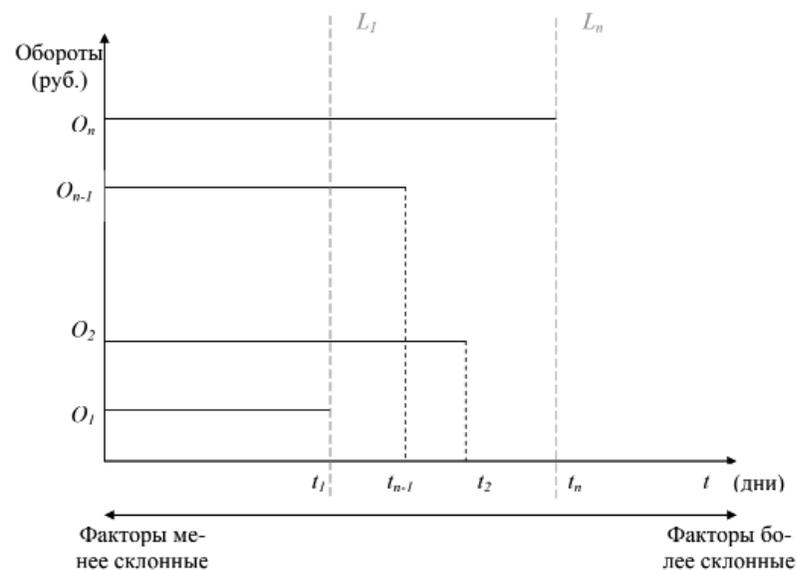


Рис. 11.1. Графическое изображение установления лимита на поставщика

Факторы, менее склонные к риску, будут стремиться установить клиенту более низкий лимит, ограничив все поставки всем покупателям по оборотам с первым покупателем O_1 (обозначенный на рисунке первой красной пунктирной линией L_1), факторинговые компании, которые готовы брать на себя риск, будут устанавливать максимальный лимит, увеличивая обороты поставок всем покупателям до величины оборотов с покупателем O_n (по второй красной пунктирной линии L_n).

Таким образом, в первом случае лимит установленный на поставщика будет равен $O_1 \cdot n$, а во втором — $O_n \cdot n$. Также факторы

могут взять среднее значение для установления лимита на клиента как компромиссное решение для двух выше указанных, которое будет вычисляться по следующей формуле: $\overline{O}_i \cdot n$. Также можно применить следующую формулу для определения лимита, открываемого на клиента:

$$\sum_{i=1}^n O_i \frac{t_{\max}}{t_i} \quad (**)$$

Как было сказано в десятом разделе книги, вышеуказанные действия факторам не обязательно проводить, если поставщик определяет и согласовывает с покупателями четкие планы поставок на какой-то фиксированный период времени.

Бывают случаи отказа клиента (так как финансовым агентом взимается комиссия за предоставляемый лимит) от слишком завышенного лимита, когда поставщик знает заранее, что не использует его в силу запланированной будущей большей концентрации на определенной группе покупателей или же в силу сезонных колебаний спроса на тот или иной вид товаров.

После проведения внутреннего анализа лимитов (включая и лимиты, устанавливаемые на покупателей для большей перестраховки рисков финансового агента — это возможно) фактор может направить намеченные цифры по лимитам андеррайтерам, если фактор пользуется их услугами в отсутствие собственной службы или группы аналитиков, ориентированной на качественную и всестороннюю оценку дебиторов. Страховые компании, используя собственные базы данных по дебиторам, владея последними рыночными данными и проводя регулярный мониторинг соответствующих рыночных секторов продукции покупателей клиента, могут подкорректировать лимиты, чаще всего в сторону уменьшения, реже — в направлении увеличения. В зависимости от условий агентского договора андеррайтера и факторинговой компании — это могут быть либо указания рекомендательного характера, если финансовый агент уплачивает комиссию только за проведение оценки конкретных дебиторов, либо указания могут носить характер обязательных к соблюдению условий, если договором предусмотрены страховые выплаты в пределах устанавливаемых андеррайтерами лимитов финансирования.

Регулярный пересмотр лимитов и сбор статистических данных по частичному и полному использованию лимитов и сублимитов, а также принятие решений о снижении или увеличении как общего лимита клиента, так и сублимитов, открываемых на дебиторов, является одной из составляющих работы аналитиков факторинговой компании или сторонней организации в случае аутсорсинга данной функции.

Проведение анализа оборотов покупателей обычно не требуется при схемах финансирования поставщика, когда покупатель не участвует в факторинговом обслуживании, а только производит своевременную оплату (в срок по договору поставки) в пользу факторинговой компании, которой были уступлены денежные требования поставщиком, так как в таких сделках единственным должником будет покупатель и необходимо устанавливать ограничение риска только на него.

С учетом вышеприведенных предположений сформируем теперь оптимизационную задачу факторинговой сделки или факторингового портфеля следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i (\bar{\gamma}_i - \alpha_i) \rightarrow \max \quad (11.1)$$

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \leq F \quad (11.2)$$

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \alpha_i \frac{\beta_i}{F} \leq \beta_{\text{гр}} \quad (11.3)$$

$$x_i \in \{0, 1\}, i=1, 2, \dots, n \quad (11.4)$$

Здесь $\beta_{\text{гр}}$ определяет максимально допустимое значение риска всей сделки, уровень которого каждый факторинговый банк или факторинговая компания определяет для себя самостоятельно.

Используя формулу (*) получаем следующее выражение для целевой функции:

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \left(\sum_{j=1}^m (d + s_i^j) p_j - \alpha_i \right) \rightarrow \max \quad (11.1^*)$$

У сформулированной выше задачи есть один недостаток. Она не включает прибыль, получаемую банком по комиссии за документальное обслуживание, которой облагается каждое переуступленное и профинансированное банком денежное требование. Существует два вида такой комиссии. Комиссия может представлять собой фиксированный процент от суммы счета-фактуры или фиксированную сумму, уплачиваемую покупателем за один обработанный документ. На рынке размер фиксированной суммы комиссии колеблется от 50 до 150 рублей за обработку одного счета-фактуры. Ставка комиссии, рассчитываемая в процентах, увеличивается пропорционально количеству счетов-фактур, выставленных поставщиком по причине увеличения себестоимости обработки денежных требований для финансового агента.

Большое количество счетов-фактур с достаточно небольшим номиналом свойственно компаниям, занимающимся поставками скоропортящихся продуктов, таких как фрукты, овощи и прочее. Поэтому месячные объемы счетов-фактур клиента также являются для фактора параметром, требующим оценки и учета при проведении финансового анализа.

Рассмотрим вариант, когда каждый покупатель уплачивает банку комиссию за документарную обработку в виде процентной ставки и представим это следующим образом: f_1, f_2, \dots, f_n . В действительности учет данной комиссии не повлияет на оптимальное решение, получаемое при решении задачи (11.1*), (11.2–11.4), но для полноты картины и получения более точной суммы дохода финансового агента уточним выражение (11.1*).

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \left(\sum_{j=1}^m (d + s_i^j) p_j - \alpha_i \right) + \sum_{i=1}^n V_i f_i \rightarrow \max \quad (11.1^{**})$$

В задаче (11.1**), (11.2–11.4) полученные значения x_i позволяют финансовому агенту принять решение о присоединении i -ого покупателя к факторинговой программе, разрабатываемой для поставщика, или отказе в факторинговом финансировании. Если x_i равно 0, то i -й покупатель не принимается финансовым агентом к обслуживанию, если значение x_i единица, то покупатель включается в сделку.

Для получения оптимального решения задачи (11.1**), (11.2–11.4) необходимо выбрать покупателей клиента с такие сублимитами из множества V_1, \dots, V_n , чтобы, не нарушая ограничений (11.2–11.4), максимизировать целевую функцию (11.1**).

Для решения этой задачи может быть использована следующая схема метода ветвей и границ.

Шаг 1. Вычисление верхней оценки задачи (11.1**), (11.2–11.4). Для получения верхней оценки заменим в задаче (11.1**), (11.2–11.4) ограничение (11.4) на ограничение (11.4') следующего вида

$$0 \leq x_i \leq 1, i=1, \dots, n \quad (11.4')$$

Тогда задача (11.1**), (11.2), (11.3), (11.4') является задачей непрерывного линейного программирования, и ее оптимальное решение может быть получено с использованием, например, симплекс-процедуры.

Обозначим решение задачи (11.1**), (11.2), (11.3), (11.4') через $x^{\text{опт}}$, вычислим значение целевой функции (11.1**) на решении $x^{\text{опт}}$ и обозначим его через F_B . Отметим, что $x^{\text{опт}}$, вообще говоря, не является допустимым решением исходной задачи (11.1**), (11.2–11.4). Очевидно, что значение целевой функции (11.1**) задачи (11.1**),

(11.2–11.4) на оптимальном решении не может превышать величину F_B .

Шаг 2. Вычисление нижней оценки задачи (11.1**), (11.2–11.4) F_H осуществляется путем выбора некоторого допустимого решения задачи (11.1**), (11.2–11.4) и вычисления на этом решении значения целевой функции (11.1**), которое и принимается за F_H . Необходимо отметить, что чем ближе значение F_H будет к значению F_B , тем более эффективно будет работать в дальнейшем схема алгоритма, и если $F_H = F_B$, то выбранное выше решение и будет оптимальным. Если получено, что $F_H < F_B$, то переходим к следующему шагу метода.

Шаг 3. Анализ текущих оценок

Если на втором шаге алгоритма выполняется соотношение $F_H < F_B$, то переход осуществляется на формирование очередного портфеля. В процессе формирования нового портфеля происходит вычисление текущих верхних оценок по формуле:

$$F_B^{\text{тек}}(K) = \sum_{i \in K} V_i \bar{\gamma}_i + F_B(N \setminus K) \quad (11.5)$$

Здесь K – множество покупателей, которые уже вошли в сделку; N – множество всех покупателей;

$N \setminus K$ – остаток не включенных в сделку покупателей;

$F_B(N \setminus K)$ – верхняя оценка задачи (11.1**), (11.2–11.4) на множестве покупателей $N \setminus K$ и общем объеме финансовых ресурсов, которые банк готов предоставить клиенту в качестве факторингового финансирования и который равен:

$$F_K = F - \sum_{i \in K} V_i$$

Дальнейшее формирование новой группы покупателей происходит только в случае выполнения следующих условий:

$$F_B^{\text{тек}}(K) > F_H \quad (11.6)$$

$$\sum_{i \in K} (V_i \alpha_i \beta_i) / F \leq \beta_{\text{гр}} \quad (11.7)$$

В случае, если хотя бы одно из ограничений (11.6–11.7) не выполняется, происходит переход на формирование другой группы покупателей. Если (11.6) и (11.7) выполнены, то выбирается очередной следующий покупатель клиента для включения его в сделку и получаем множество покупателей K_1 . Очевидно, что $K \subseteq K_1$.

На множестве K_1 вычисляется $F_B^{\text{тек}}(K_1)$ по формуле (11.5) и проверяется выполнение условий (11.6–11.7). Продолжая эту процедуру, в итоге получим, что либо сформированный список по-

купателей будет отбракован, либо неиспользованный остаток общего лимита клиента будет таков, что ни один лимит оставшихся покупателей не будет меньше и поэтому подключение очередного покупателя будет невозможным осуществить. В последнем случае вычисляем на полученном допустимом решении значение целевой функции (11.1**). Обозначим эту величину как F^* . Если $F^* > F_n$, то в дальнейшем полагаем $F_n = F^*$ и переходим у формированию очередного нового списка покупателей. Алгоритм завершается, если: 1) при очередной корректировке F_n получим $F_n = F_b$; либо 2) все варианты формирования различных групп покупателей рассмотрены, и тогда в качестве оптимального выбирается тот, который соответствует последнему (максимальному) значению F_n .

Описанная выше задача является актуальной для факторинговых банков или компаний, выходящих на факторинговый рынок и ориентированных на максимизацию прибыли от факторных операций. При дальнейшем успешном развитии данной услуги, когда успешно работающим по факторингу фактором уже будет сформирован необходимый по объемам портфель факторинговых договоров, цели фактора смещаются в сторону минимизации риска факторинговых сделок, что также является очень актуальной задачей в настоящих условиях снижения общей рыночной ликвидности на рынках капиталов. Данная задача будет рассмотрена и сформулирована в следующем пункте настоящего раздела.

11.2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЫБОРА ФАКТОРИНГОВОГО ПОРТФЕЛЯ ПРИ ЗАДАННОМ УРОВНЕ ДОХОДА

Для того чтобы математически представить поставленную выше задачу, необходимо сформулировать целочисленную модель Марковица на минимизацию риска портфеля¹ (факторинговой сделки), в который будем, как и ранее, предполагать, что покупатель может быть включен в список дебиторов поставщика по факторинговой сделке (иными словами, в портфель) только с полным лимитом

$$\text{и } x_i = \frac{V_i}{F}.$$

Тогда модифицированная задача Марковица на минимум риска факторинговой сделки с учетом введенных ранее обозначений может выглядеть следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 y_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n y_i y_j x_i x_j \text{cov}_{ij} \rightarrow \min \quad (11.8)$$

¹ А.В. Мищенко, А.А. Попов «Модели управления портфельными инвестициями», М.: РЭА им. Г.В. Плеханова, 1999.

$$\sum_{i=1}^n y_i V_i \leq F \quad (11.9)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^m y_i V_i (d + s_i^l) p_l + \left(F - \sum_{i=1}^n y_i V_i \alpha_i \right) \geq F + \Delta F \quad (11.10)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n \quad (11.11)$$

В задаче (11.8–11.10) искомая переменная $y_i = 1$, если i -й покупатель включен в текущую факторинговую сделку, и $y_i = 0$, если этот дебитор в портфель не включен. Величина ΔF задает минимально необходимый прирост финансовых ресурсов фактора при погашении задолженности в момент времени $t = T$. Значения cov_{ij} вычисляются как попарные ковариации покупателя i и покупателя j ($j = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n; i \neq j$).

Опишем метод направленного перебора, реализующий схему метода ветвей и границ теперь для этой задачи.

Шаг 1. Вычисление верхней границы оптимального значения целевой функции (11.8). Для этого решается вспомогательная задача следующего вида:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^m y_i V_i (d + s_i^l) p_l + \left(F - \sum_{i=1}^n y_i V_i \alpha_i \right) \rightarrow \max \quad (11.12)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i V_i \leq F \quad (11.13)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n \quad (11.14)$$

Задача (11.12–11.14) является задачей линейного программирования с булевыми переменными.

Получив решение y^{opt} задачи (11.12–11.14), сравниваем значение целевой функции задачи (11.12) на этом решении с правой частью ограничения (11.10); и если оно меньше, чем $F + \Delta F$, то задача (11.8–11.11) решения не имеет.

Если значение целевой функции (11.12) на оптимальном решении $y^{\text{opt}} > F + \Delta F$, то вычисляем на этом решении значение целевой функции (11.8) и его принимаем за величину верхней оценки F_u задачи (11.8)-(11.11).

Шаг 2. В качестве нижней оценки R_n можно взять вариант, когда в сделку включен только один покупатель, и тогда $\sigma_i^2 \rightarrow \min_{i=1, n}$.

Если $R_n < R_b$, то переходим к шагу 3. Если $R_n = R_b$, то оптимальное решение найдено.

Шаг 3. Вычисление текущих нижних оценок при анализе различных вариантов количества покупателей.

Вычисление текущей нижней оценки формируемого списка покупателей (при условии, что в него уже включены покупатели множества $K \subseteq N$ и выполняется условие $\sum_{i \in K} y_i V_i \leq F$) производится по следующей схеме.

Упорядочиваем всех дебиторов клиента множества $N \setminus K$ по соотношению:

$$\frac{\sum_{l=1}^m (d + s_1^l) p_l}{\alpha_1} \geq \frac{\sum_{l=1}^m (d + s_2^l) p_l}{\alpha_2} \geq \dots \geq \frac{\sum_{l=1}^m (d + s_k^l) p_l}{\alpha_k}$$

и проверяем выполнение условия:

$$\sum_{i \in K} y_i V_i (d + s_i) + F_B(N \setminus K) \geq F + \Delta F \quad (11.15)$$

Если неравенство (11.15) выполняется, то переходим к проверке выполнения следующего неравенства:

$$\sum_{i \in K} \sigma_q^2 x_i^2 + 2 \sum_{i,j \in K} \text{cov}_{ij} x_i x_j + \min \left\{ 0, \sigma_q^2 x_q^2 (n-k) + 2 \text{cov}_{mp} x_m x_p \right\} < R_B \quad (11.16)$$

Здесь cov_{mp} — минимальная отрицательная ковариация двух покупателей из множества покупателей $N \setminus K$;

x_m, x_p — равномерное распределение остатка общего лимита сделки в долях после включения в список покупателей множества K ;

σ_q^2 — минимальная дисперсия для множества покупателей $N \setminus K$;

$n-k$ — число лотов в множестве покупателей $N \setminus K$;

$$x_q^2 = \left(\frac{F - \sum_{i \in K} V_i \alpha_i}{F(n-k)} \right)^2 \text{ — это доля лимита, оставшаяся после включения}$$

покупателей множества K , равномерно распределенная между покупателями множества $N \setminus K$.

Если неравенство (11.16) выполняется, то выбирается следующий покупатель из множества $N \setminus K$, включаемый в сделку, образуется множество покупателей, включенных в список K_1 ($K \subseteq K_1$) и вычисляется текущая верхняя оценка для покупателей множества K_1 .

Процесс формирования заканчивается, если либо при очередном включении нового дебитора в список покупателей не выполняется условие (11.15) или (11.16), либо остатка лимита не хватает на включение в список ни одного из оставшихся покупателей, не включенных в сделку.

В последнем случае проверяем значение целевой функции (11.8) на сформированном варианте и если оно меньше, чем R_0 , то

полагаем в дальнейшем, что R_0 равно полученному значению целевой функции (11.8). Алгоритм завершается, если при очередной корректировке R_0 получим $R_0 = R_n$, или после того, как просмотрены все варианты формирования списков покупателей. В этом случае в качестве оптимального выбирается тот, которому соответствует последнее (минимальное) значение R_0 .

Теперь рассмотрим целочисленную задачу Марковица на максимум доходности при ограничении на величину риска для формирования оптимальной факторинговой сделки. С учетом тех же вышеиспользованных обозначений эта задача может быть формализована следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^m y_i V_i ((d + s_l^j) p_l - \alpha_i) \rightarrow \max \quad (11.17)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n y_i y_j x_i x_j \text{cov}_{ij} \leq R_{\text{гр}} \quad (11.18)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i V_i \leq F \quad (11.19)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad (11.20)$$

Опять будем применять для решения и этой целочисленной задачи (11.17–11.20) используемую ранее схему метода ветвей и границ.

Шаг 1. Вычисление верхней оценки оптимального значения целевой функции задачи (11.17–11.20).

Эта оценка может быть получена путем исключения ограничения (11.18) и замены ограничения (11.20) на ограничение вида:

$$0 \leq y_i \leq 1 \quad i=1, \dots, n \quad (11.21)$$

Тогда максимум доходности факторинговой сделки задачи (11.17), (11.19), (11.21) может быть получен, как указывалось ранее, путем упорядочения всех покупателей по величине соотношения

$$\frac{\sum_{l=1}^m (d + s_l^i) p_l}{\alpha_i}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Перегруппируем покупателей в порядке убывания величины $\frac{\bar{Y}_i}{\alpha_i}$ и получим $\frac{\bar{Y}_1}{\alpha_1} \leq \frac{\bar{Y}_2}{\alpha_2} \leq \dots \leq \frac{\bar{Y}_n}{\alpha_n}$. Далее будем включать покупа-

телей в список по убыванию величины $\frac{\bar{Y}_i}{\alpha_i}$ до тех пор, пока не будут

израсходован весь лимит в объеме F . Этот вариант, очевидно, будет оптимальным решением задачи (11.17), (11.19), (11.21).

Если этот вариант еще и удовлетворяет ограничениям (11.18) и (11.20), то он также будет и решением исходной задачи (11.17–11.20). Если последнее условие не выполняется, то переходим у шагу 2.

Шаг 2. Вычисление нижней оценки оптимального значения целевой функции задачи.

В качестве нижней оценки задачи (11.17–11.20) можно принять объем исходного лимита F . Содержательно это означает, что ни один покупатель не подключается к факторинговому контракту и, следовательно, величина риска равна нулю.

Шаг 3. Вычисление текущих верхних оценок оптимального значения целевой функции.

Вычисление текущей верхней оценки для частично сформированного списка покупателей при условии, что в него вошли уже покупатели множества K , происходит по следующей формуле:

$$F_{\text{в}}^{\text{тек}}(K) = \sum_{i \in K} \sum_{l=1}^m (d + s_i^l) p_l V_i + F_d(N \setminus K)$$

Кроме того, формируемый список должен удовлетворять ограничениям по уровню риска, то есть ограничению (37). Для этого, после того, как в список включены дебиторы множества K , должно выполняться следующее неравенство:

$$R_{\text{тр}} \left\{ \sum_{i \in K} \sigma_i^2 x_i^2 + 2 \sum_{i,j \in K} \text{cov}_{ij} x_i x_j + \min \left\{ 0, \sigma_q^2 x_q^2 (n-k) + 2 \text{cov}_{mp} x_m x_p \right\} \right\} < (11.22)$$

Здесь cov_{mp} — минимальная отрицательная ковариация двух покупателей из множества покупателей $N \setminus K$;

x_m, x_p — равномерное распределение остатка общего лимита сделки в долях после включения покупателей множества K ;

σ_q^2 — минимальная дисперсия на множестве покупателей $N \setminus K$;

$n-k$ — число покупателей множества покупателей $N \setminus K$;

$$x_q^2 = \left(\frac{F - \sum_{i \in K} V_i \alpha_i}{F(n-k)} \right)^2;$$

x_q — доля лимита, оставшаяся после включения покупателей множества K , поровну распределенных между покупателями множества $N \setminus K$.

После того, как вычислено значение $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(K)$, проверяется выполнение следующего соотношения:

$$F_{\text{в}}^{\text{тек}}(K) < F_{\text{н}} \quad (11.22)$$

Если условия (11.22) и (11.23) выполнены, то происходит выбор очередного дебитора и формируется вариант, в который входит множество покупателей K_1 ($K \subseteq K_1$). Если на множестве K_1 выполняется соотношения (11.22) и (11.23), то процесс формирования продолжается. В противном случае данный вариант отбраковывается, и происходит переход к формированию нового списка покупателей.

В том случае, если с учетом описанной выше процедуры удалось сформировать список, на котором выполняются все ограничения (11.18–11.20) и значение целевой функции F^* (11.17) на нем больше, чем $F_{\text{н}}$, то полагаем $F_{\text{н}} = F^*$ и переходим на формирование нового списка.

Работа описанного алгоритма заканчивается либо в случае, когда после очередной корректировки $F_{\text{н}}$, получим $F_{\text{н}} = F_{\text{в}}$, либо когда все варианты формирования различных списков покупателей рассмотрены, и в этом случае в качестве оптимального выбирается тот, который соответствует последнему (наибольшему) значению $F_{\text{н}}$.

11.3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ИЗМЕНЕНИЮ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЙ (НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОИМОСТИ РЕСУРСОВ)

Одной из проблем, возникающих при практическом использовании решения предложенных в двух предыдущих пунктах задач, является, в нашем случае, достоверность прогноза стоимости финансовых ресурсов α_i ($i=1...n$) для фактора, а, как следствие, и прибыль, которую получит факторинговая компания γ_i , учитывая, что $\gamma_i = \alpha_i + p_i$.

Если известна функция распределения случайных величин, задающих возможную стоимость финансовых ресурсов, а через нее и прибыль по каждому покупателю, то выбирается портфель, максимизирующий математическое ожидание прибыли, либо минимизирующий риск финансовых потерь (средне квадратичное отклонение).

Схема решения и результаты для данной задачи подробно описаны в работе¹.

¹ М.Ю.Афанасьев, Б.П.Суворов «Исследование операций в конкретных ситуациях». М.: ТЕИС, 1999.

Другим подходом использования решения задачи в условиях неточного прогноза является анализ чувствительности решения к изменению величин α_i . При этом возможны два варианта¹.

В первом случае предполагается, что α_i меняется по правилу $\alpha_i + k_i^1 \varepsilon$, где k_i^1 — коэффициент, разный для каждого вида i . Такое приращение стоимости можно интерпретировать как реакцию рынка на уровень инфляции, заданный величиной ε . Коэффициенты k_i^1 отражают реакцию финансового рынка на этот макропоказатель по каждому виду отсрочки покупателя. Во втором случае предполагается, что α_i на момент времени T могут принимать значения в интервале $[\alpha_i^1, \alpha_i^2]$, то есть $\alpha_i \in [\alpha_i^1, \alpha_i^2]$.

Рассмотрим первый случай. На рост инфляции реагируют и другие финансовые показатели и рыночные ставки, следовательно, и ставка s_i^j также изменится по правилу $s_i^j + k_i^2 \varepsilon$, где k_i^2 — коэффициент изменения случайной величины s_i^j в зависимости от срока отсрочки i -ого покупателя.

Осуществляем ввод дополнительных обозначений. Множество $\bar{X} = \{x_1, \dots, x_M\}$ (где x_i — это n -мерный вектор с булевыми переменными ($t = 1, M$)) — множество всех возможных решений первой оптимизационной задачи (9.1–9.4), данные решения упорядочены по возрастанию

величины $(f^t(\varepsilon))'$, где $f^t(\varepsilon) = \sum_{i=1}^n x_i^t V_i (\sum_{j=1}^m (d + s_i^j + k_i^2 \varepsilon) p_j - \alpha_i - k_i^1 \varepsilon)$, а x^l

является оптимальным решением и $x^l \in \bar{X}$. Увеличение α_i для всех $i=1, \dots, n$ происходит на одно и то же значение $\varepsilon \in (0, \infty)$. Вычисляя производную каждой функции $f^t(\varepsilon)$ по ε , получаем:

$$\begin{aligned} & (\sum_{i=1}^n x_i^l V_i (\sum_{j=1}^m (d + s_i^j + k_i^2 \varepsilon) p_j - \alpha_i - k_i^1 \varepsilon))' = \\ & = (\sum_{i=1}^n x_i^l V_i (\sum_{j=1}^m dp_j + \sum_{j=1}^m s_i^j p_j + \sum_{j=1}^m k_i^2 \varepsilon p_j - \alpha_i - k_i^1 \varepsilon))' = \\ & = (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i^l V_i dp_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i^l V_i s_i^j p_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i^l V_i k_i^2 \varepsilon p_j - \sum_{i=1}^n x_i^l V_i \alpha_i - \sum_{i=1}^n x_i^l V_i k_i^1 \varepsilon)' = \\ & = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i^l V_i k_i^2 p_j - \sum_{i=1}^n x_i^l V_i k_i^1 = \sum_{i=1}^n x_i^l V_i (\sum_{j=1}^m k_i^2 p_j - k_i^1) = \sum_{i=1}^n x_i^l V_i (k_i^2 - k_i^1) \end{aligned} \quad (11.24)$$

Рассмотрим несколько вариантов соотношения коэффициентов k_i^1 и k_i^2 .

¹ О.А. Косоруков, А.В. Мищенко «Исследование операций», М.: Издательство «Экзамен», 2003, с. 368.

1) $k_i^1 = k_i^2$. Тогда выражение (11.24) равно нулю, что означает $f^t(\varepsilon)$ представляет константу и, следовательно, оптимальное решение при таких изменениях всегда остается устойчивым (см. рис. 11.2)

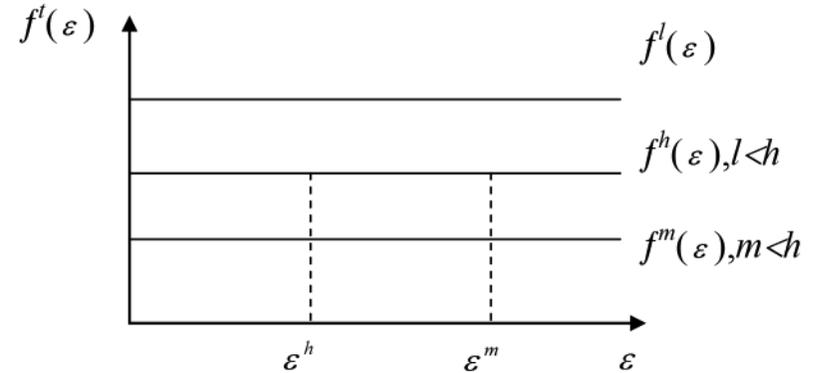


Рис. 11.2. Графики функций $f^t(\varepsilon)$, при $t=1, M, m < h$

2) $k_i^1 < k_i^2$, тогда производная будет иметь положительное значение, следовательно, функции $f^t(\varepsilon)$ будут возрастающими. Графически их поведение изображено на рисунке 11.3.

Функция $f^l(\varepsilon)$ при $\varepsilon=0$ в силу оптимальности x^l имеет большее значение, чем все остальные $f^t(\varepsilon)$ при $\varepsilon=0$, но скорость роста по ε у $f^t(\varepsilon)$ выше для $t > l$ в силу того, что производная для таких $f^t(\varepsilon)$ имеет большее значение. Таким образом, оптимальное решение x^l остается оптимальным при увеличении всех α_i и s_i^j при росте ε до момента первого пересечения функции $f^l(\varepsilon)$ с одной из функций $f^t(\varepsilon)$.

3) $k_i^1 > k_i^2$, тогда производная будет иметь отрицательное значение, следовательно, функции $f^t(\varepsilon)$ будут убывающими.

И здесь функция $f^l(\varepsilon)$ при $\varepsilon=0$ имеет большее значение, чем все остальные $f^t(\varepsilon)$ при $\varepsilon=0$, но скорость убывания по ε у $f^t(\varepsilon)$ выше для $t > l$. Таким образом, оптимальное решение x^l остается оптимальным при увеличении всех α_i и s_i^j при росте ε до момента первого пересечения функции $f^l(\varepsilon)$ с одной из функций $f^t(\varepsilon)$.

Для того чтобы определить точку пересечения, необходимо решить следующие уравнения:

$$\sum_{i=1}^n x_i^l V_i (\sum_{j=1}^m (d + s_i^j + k_i^2 \varepsilon_r) p_j - \alpha_i - k_i^1 \varepsilon_r) = \sum_{i=1}^n x_i^t V_i (\sum_{j=1}^m (d + s_i^j + k_i^2 \varepsilon_r) p_j - \alpha_i - k_i^1 \varepsilon_r) \quad (11.25) \quad t = (\bar{l} + 1, M)$$

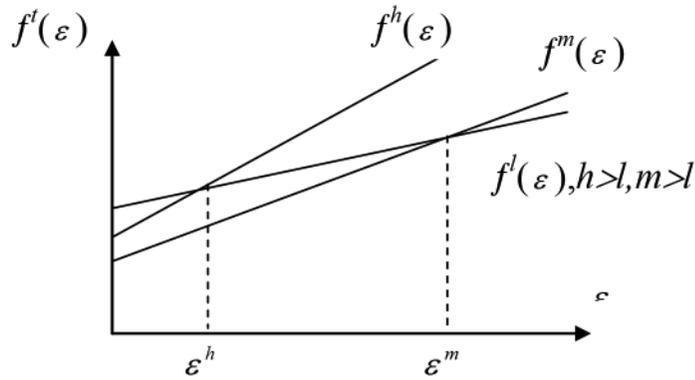


Рис. 11.3. Графики функций $f^t(\varepsilon)$, при $t = \overline{1, M}$, $m < h$

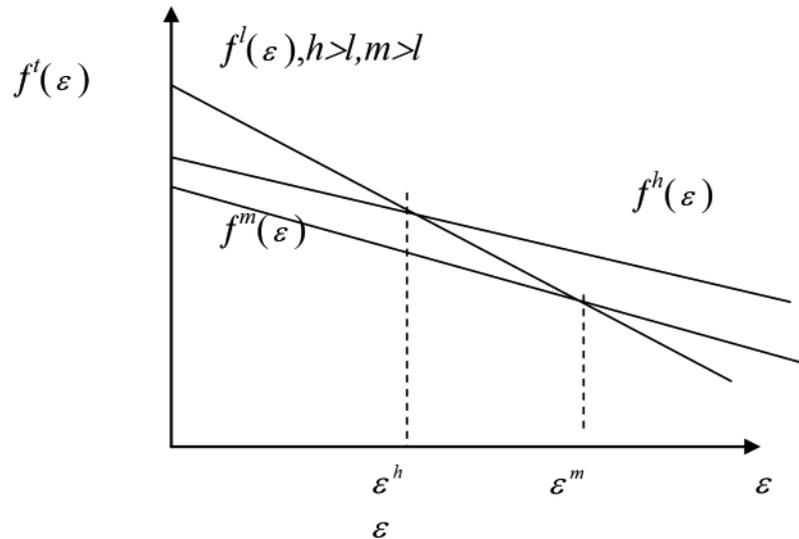


Рис. 11.4. Графики функций $f^t(\varepsilon)$, при $t = \overline{1, M}$, $m < h$

Решая каждое из этих уравнений относительно ε_r , получим следующее:

$$\varepsilon_r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^t V_i (d + s_i^j - \alpha_i) - \sum_{i=1}^n x_i^l V_i (d + s_i^j - \alpha_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^l V_i (k_i^2 - k_i^1) - \sum_{i=1}^n x_i^t V_i (k_i^2 - k_i^1)}, \quad t = \overline{(l+1, M)} \quad (11.26)$$

Для того чтобы узнать минимальное значение приращения ε , при котором сохраняется x^l , необходимо взять минимальное значение ε_r , то есть определить $\min \varepsilon_r$, $t = \overline{(l+1, M)}$.

Пусть этот минимум достигается на каком-либо $l_1 > l$. Тогда процедура приращения ε_{l_1} для решения x^{l_1} повторяется. Это происходит до тех пор, пока через конечное число шагов не произойдет переход на решение x^M , и тогда дальнейшее увеличение всех значений α_i не приведет к новому решению. Таким образом, доказано следующее свойство оптимальных решений задачи:

Как и ранее $\overline{X} = \{x^1 \dots x^M\}$ — все допустимые решения задачи (11.1*)-(11.4), упорядоченные по возрастанию величины $(f^t(\varepsilon))'$ ($t = \overline{1, M}$), а k_i^1 — коэффициент приращения стоимости ресурсов α_i при изменении $\varepsilon \in [0, \infty)$, то есть α_i получает приращение $k_i^1 \varepsilon$. Тогда существует такое разбиение из полубесконечного интервала изменения $\varepsilon [0, \infty)$ на конечное число таких отрезков, что при изменении ε внутри одного и того же отрезка оптимальное решение сохраняется.

Во втором случае будем считать, что стоимость привлечения ресурсов на рынке α_i оценена интервально, то есть α_i в момент времени T может принимать любые значения в интервале $[\alpha_i^1, \alpha_i^2]$.

Как и ранее, будем считать, что $\overline{X} = \{x^1 \dots x^M\}$ — все допустимые решения задачи (10*)-(13). В этом случае определим значения целевой функции на решении x^j как $f_1^j(\varepsilon)$ и $f_2^j(\varepsilon)$, где величина $f_1^j(\varepsilon)$ получена при прогнозном значении α_i^1 , а величина $f_2^j(\varepsilon)$ при прогнозном значении α_i^2 . Если α_i принимает все значения из $[\alpha_i^1, \alpha_i^2]$, то в силу непрерывной зависимости $f^j(\varepsilon)$ от параметров α_i , $f^j(\varepsilon)$ принимает значения на $[f_1^j(\varepsilon), f_2^j(\varepsilon)]$, ($j = \overline{1, M}$). Выберем среди функций $f^j(\varepsilon)$ следующие: $\max f_2^j(\varepsilon) = f_2^k(\varepsilon)$, $\max f_1^j(\varepsilon) = f_1^k(\varepsilon)$, ($j = \overline{1, M}$).

Из множества всех допустимых решений выберем те, у которых

$$f_2^j(\varepsilon) > f_1^m(\varepsilon) \quad (11.27)$$

Только решения, удовлетворяющие условию (11.27), могут быть оптимальными при каком-либо значении параметра α_i ($i = \overline{1, n}$). Поэтому оставим среди множества допустимых решений только те целевые функции, которые удовлетворяют условию (11.27), получим множество допустимых решений $\overline{X} = \{x^1 \dots x^L\}$, $L \leq M$. n -мерный параллелепипед изменения цен на ценные бумаги в момент T

$P = \prod_{i=1}^n [\alpha_i^1, \alpha_i^2]$ может быть разбит на конечное число областей $M_1 \dots M_L$ так, что при изменении α_i ($i=1 \dots n$) на множестве M_j оптимальным остается решение $x^j \in \bar{X}$. Область M_j в данном случае задается следующей системой неравенств относительно параметра α_i :

$$\begin{cases} \alpha_i^1 \leq \alpha_i \leq \alpha_i^2, i = 1 \dots n \\ \sum_{i=1}^n x_i^j V_i \gamma_i \geq \sum_{i=1}^n x_i^l V_i \gamma_i, l = 1 \dots L, l \neq j \end{cases}$$

Оценив величину каждой из областей M_j ($j=1 \dots L$), при равновероятностном распределении α_i на интервалах $[\alpha_i^1, \alpha_i^2]$ получим, что в качестве оптимального решения x^j ($j=1 \dots L$) может быть выбрано то, соответствующая область которого больше.

Очевидна практическая значимость получения количественной оценки верхней границы прогнозных цен, при которой сохраняется оптимальное решение. Зная эту оценку, факторинговая компания имеет некоторый запас прочности по факторинговой сделке. Кроме того, в зависимости от этой величины может быть принято решение о смене метода оптимизации или даже критерия оптимизации. Например, если при увеличении прогнозной стоимости привлечения финансовых ресурсов на 10% и более от величины наименьшей прогнозной стоимости, оптимальное решение сохраняется, то можно говорить об относительно высоком запасе прочности заключаемой сделки.

11.4. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ЛОГИСТИКЕ

Рассмотренные в предыдущих пунктах настоящего раздела модели оптимизации факторингового портфеля клиента фактора применимы для поставщиков в крупные торговые сети, которые являются самыми распространенными клиентами факторинговых компаний. И дело тут совсем не в том, что торговля развивается в нашей стране большими темпами, не меньшими темпами в России до финансового кризиса прошлого года развивалась, например, такая сфера экономики, как строительство. Однако клиентами финансовых агентов редко выступают строительные компании, хотя объемы (в денежном эквиваленте) дебиторской задолженности крупного строительного магната могут превышать переуступаемые обороты дебиторской задолженности мелких и средних поставщиков продовольственной продукции в торговые центры и гипермаркеты.

Препятствующими факторами к сотрудничеству строительных компаний и финансовых агентов являются следующие причины:

1. Строительство любого недвижимого объекта — это долгосрочный проект, и, как правило, он связан с большими отсрочками платежей по выполненным строительным работам (от 180 до 360 дней), что представляется очень рискованным для факторов, желающих получать прибыль как можно раньше и иметь средний период оборачиваемости дебиторской задолженности клиента не более 90 календарных дней. По данным последнего исследования консалтинговой компании «PWhC», проведенного летом 2008¹, средний срок оборачиваемости факторинговых активов по всем респондентам составил от 45 до 60 дней (см. рис. 11.5). Кризисная ситуация не изменила данного положения вещей.

2. Специфические риски, которые присутствуют при строительстве объекта и оценку которых вынужден будет проводить финансовый агент, а также партнеров-подрядчиков клиента, задолженность которых будет уступаться фактору. Фактор должен располагать квалифицированными аналитиками в данной сфере бизнеса для проведения указанной оценки, в противном случае факторинговая компания будет вынуждена оплачивать проведение независимой оценки сторонними организациями, работающим в данной области, и, очевидно, это будет стоить фактору дополнительных затрат, которые могут себя и не оправдать в случае выявления негативной информации по потенциальному клиенту и, следовательно, снятия вопроса о заключении факторингового договора с такой фирмой или в случае отказа самого клиента при проведении дальнейших переговоров от подписания соглашения о финансировании под уступку дебиторской задолженности.

3. Сложность моделирования финансовой модели для строительства того или иного объекта, а также анализ различных вариантов развития и завершения строительства, который в силу долгосрочности проекта фактор обязан проработать и осуществить, а также пересматривать в случае изменения ситуации.

В силу вышеперечисленных объективных сложностей, которые факторам придется решать в случае сделки со строительными компаниями, факторы составляют и периодически корректируют так называемые «черные списки». Документ такого рода содержит области экономики, с которыми финансовые агенты не работают и с организациями, осуществляющими свою профессиональную деятельность в данных сферах, не заключают договор о переуступке. В таких «черных списках» кроме строительства можно

¹ Ранее уже отмечалось, что в данном исследовании приняли участие 12 факторов, работающих на российском рынке факторинга.

также встретить автомобилестроение, черную металлургию, химическую промышленность, нефтедобывающую отрасль и другие.

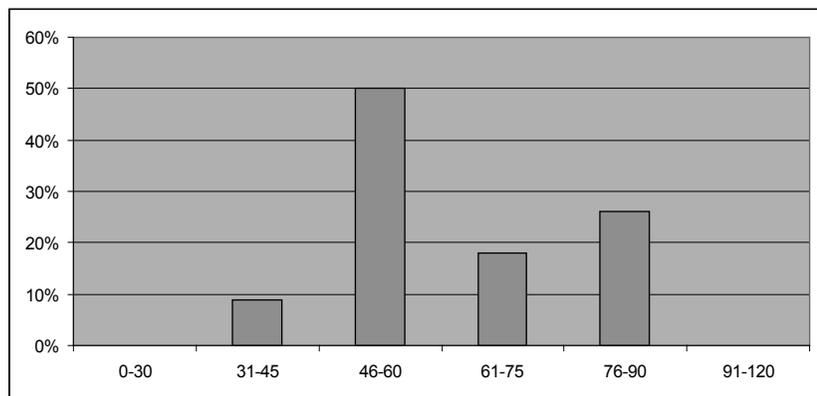


Рис. 11.5. Сроки оборачиваемости факторинговых активов

Тем не менее, как уже говорилось выше, практика показывает, что в случае сотрудничества факторов с строительными компаниями доходы финансовых агентов могут быть значительно выше, чем с какими-либо другими организациями, при адекватной и всесторонней оценке возникающих у факторов рисков.

Попробуем сформулировать оптимизационную задачу для фактора при заключении сделки со строительной компанией, которая занимается постройкой складского помещения. Фактору переуступаются денежные требования, выставляемые клиентом своему заказчику. Важно отметить, что переуступаемые фактору затраты клиента не носят однородного характера, как, например, при договоре поставки продукции, где счета могут выставляться только за поставленный товар¹, по договору подряда заказчик обязан оплачивать различные услуги, имеющие единоразовый или постоянный характер.

Кроме этого, при анализе эффективности проектов в логистических системах в большинстве случаев доходы и расходы по ним не могут быть определены одновременно, что существенно затрудняет решение проблемы формирования рациональных инвестиционных стратегий в такой области, как для фактора, планирующего факторинговое финансирование застройщика (девелопера²),

¹ Бывают единичные случаи оплаты транспортных и иных услуг по договорам поставки, на их переуступку факторы, как правило, заключают дополнительные соглашения со своими клиентами.

² От англ. developer — застройщик. Деятельность девелопера заключается в следующем: он заказывает проект по строительству, покупает или берет

так и для любого инвестора, желающего инвестировать подобный проект. С одной стороны, это связано с неизбежным повышением степени неопределенности и риска из-за значительного снижения спроса и предложения в этой области и, как следствие, рыночной конкуренции, обострившейся на фоне разыгравшегося кризиса на этапе экономического развития страны. С другой — с влиянием возрастающего числа недетерминированных факторов (международных, внутривластных, социальных, экономических и т.д.), что обусловлено увеличивающейся открытостью отечественного рынка и его растущей интеграцией в мировое сообщество.

В такой непростой экономической ситуации факторы, как и сами строительные компании, желающие стать клиентами финансовых агентов, имеют определенные затруднения в формировании критериев своей деятельности, поскольку традиционное стремление в максимизации прибыли, как правило, сопровождается ростом риска понести незапланированные убытки. Это обстоятельство обуславливает актуальность разработок методов формирования инвестиционных стратегий, учитывающих неопределенность и риски рынка, целью которых является поиск компромисса между риском понести потери и максимизацией доходности при формировании портфеля инвестиционных проектов, по аналогии с созданием факторингового портфеля с участием торговых сетей, описанных в предыдущих пунктах раздела, однако учитывающих строительную специфику.

Ниже будут рассмотрены модели оптимизации эффективности проекта строительства и эксплуатации собственного склада в условиях, когда критерием оптимального выбора параметров склада будут либо доходность склада за один период (дисконтирование финансовых потоков склада не учитывается), либо обеспечение наименьшего значения риска проекта при ограничении на ожидаемую доходность. Фактору необходимо анализировать данный проект на уровне самого девелопера или любого другого инвестора, участвующего в реализации такого проекта.

Процедура выбора оптимального варианта производственной программы предприятия на этапе стратегического управления производственно-финансовой деятельностью включает:

1) генерацию вариантов перспективной производственной программы;

☞ в аренду участок земли, согласовывает всю необходимую документацию с соответствующими инстанциями, получает разрешение на подведение всех коммуникаций и возведение самого объекта. Затем он может сдать в аренду построенное здание частично или целиком, а может продать принадлежащую ему недвижимость. Главное — окупить все затраты и получить прибыль.

2) определение расхода материально-сырьевых и производственных ресурсов для каждого вида.

Сформулируем задачу оптимизации параметров строящегося склада, его объема (емкости), обеспечения необходимым оборудованием и перечня (набора услуг) по критерию оптимизации финансового показателя «затраты-результат» функционирования склада на заданном временном интервале без учета дисконтирования финансовых потоков. Математическая постановка этой задачи рассмотрена ниже. Критерием оптимизации при выборе значений уже перечисленных параметров склада является максимизации валовой прибыли с учетом доходов по всем видам услуг за вычетом переменных и условно-постоянных издержек. Математическое выражение этого критерия задается следующим выражением:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij} x_{ij} - Z_{\text{пост}}(V) \rightarrow \max \quad (11.28)$$

Отметим следующие принимаемые обозначения

x_{ij} – объем услуг вида j для груза вида i ($i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$);

$Z_{\text{пост}}(V)$ – постоянные затраты, зависящие от ёмкости склада V , включая затраты на строительство склада;

a_{ij} – доходность услуги j для груза вида i ;

b_{ij} – переменные издержки для услуги j и вида груза i .

Издержки на складскую переработку одной тонны груза или одного условного поддона (C) определяются отношением суммарных годовых эксплуатационных расходов ($\Sigma \text{Иэ}$) к величине годового грузооборота (Q) склада:

$$C = \Sigma \text{Иэ} / Q, \text{ руб.} \quad (11.29)$$

где: $\Sigma \text{Иэ} = \text{Иэ}^3 + \text{Иэ}^0 + \text{Иэ}^c + \text{Иэ}^a + \text{Иэ}^m$

Иэ^3 – затраты на складские операции, связанные с заработной платой складского персонала;

Иэ^0 – эксплуатационные расходы, зависящие от стоимости оборудования, занятого в грузопереработке, т.е. расходы, связанные с амортизацией, содержанием и ремонтными работами;

Иэ^c – эксплуатационные расходы, зависящие от стоимости складских зданий и сооружений, т.е. связанные с амортизацией, содержанием и ремонтом складского здания и сооружений;

Иэ^a – эксплуатационные расходы, связанные с электроэнергией, топливом, обслуживанием различных участков склада;

Иэ^m – годовые расходы на вспомогательные средства и материалы.

Объемно-временное ограничение на емкость склада представляет собой следующее выражение:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \tau_{ij} \omega_{ij} \leq TV \quad (11.30)$$

где τ_{ij} – загрузка склада по времени для услуги j и вида груза i (среднее значение);

ω_{ij} – емкость склада, необходимая при оказании услуги j и вида груза i ;

x_{ij} – объем услуг вида j для груза вида i , предоставляемый складом;

V – объём (ёмкость) склада;

T – продолжительность периода.

Причем $x_{ij} \leq v_{ij}$ (11.31), где v_{ij} – объем услуг вида j для груза вида i , предлагаемый на рынке услуг в период $(0, T)$.

$$\sum_{l=1}^K y_l o_l \leq V \quad (11.32)$$

Неравенство (11.31) задает ограничение на объем склада при размещении оборудования, где o_l – объем склада, занимаемый единицей оборудования вида l , $l = \overline{1, \dots, K}$.

Также ограничение накладывается на мощность оборудования:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} t_{ij}^l \leq y_l \theta_l \quad (11.33)$$

где t_{ij}^l – время загрузки оборудования вида l , необходимое для оказания услуги вида j для груза вида i ;

y_l – количество единиц оборудования вида l ;

θ_l – эффективное время использования оборудования вида l на директивном периоде $(0, T)$.

Последнее в данной модели неравенство (11.34) ограничивает инвестиционные ресурсы:

$$\sum_{l=1}^K y_l \gamma_l + V \alpha \leq F \quad (11.34)$$

y_l – количество единиц оборудования вида l ;

γ_l – стоимость единицы оборудования вида l ;

V – объём (ёмкость) склада;

α – стоимость одной единицы ёмкости склада;

F – объём инвестиционных ресурсов, выделенных на строительство склада.

$$V \geq 0; x_{ij} \geq 0; y_l \geq 0, y_l \in I; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; l = \overline{1, k} \quad (11.35)$$

Рассмотренная выше модель представляет собой однопериодную модель проекта строительства и эксплуатации склада. Для фактора формула (11.34) будет обозначать следующее:

$\sum_{l=1}^K y_l \gamma_l - F_{\text{Э}}$ – задолженность по оплате оборудования. В случае

если клиентом фактора является поставщик оборудования, то фактор оплачивает поставщику поставленное оборудование с дисконтом, но ранее срока платежа по договору поставки, заключенному поставщиком с покупателем оборудования. Здесь возможен и второй вариант предоставления факторинговых услуг, если клиентом фактора выступает покупатель оборудования по договору поставки. В таком случае фактор может предоставить покупателю дополнительную отсрочку платежа и оплатить поставщику от лица покупателя стоимость технического оснащения в срок и в полном объеме. По прошествии дополнительного срока отсрочки платежа фактор будет вправе требовать возврат полной стоимости оборудования и предусмотренные договором факторинга комиссии с покупателя оборудования.

$V\alpha - F_C$ – дебиторская задолженность по оплате строительных работ, которая также может быть переуступлена фактору одним из подрядчиком фирмы-девелопера по двум аналогичным схемам, описанным для $F_{\text{Э}}$. Если подрядчик выступает клиентом фактора, то последний производит оплату актов принятия работ или объектов с дисконтом за комиссионное вознаграждение, установленное договором факторинга с подрядчиком. Если клиент фактора – сам девелопер, то фактор осуществляет оплату строительных работ компании подрядчика в срок и предоставляет дополнительный срок оплаты фирме-застройщику за определенное вознаграждение.

$F_{\text{Э}}$ представляет для фактора краткосрочное финансирование, так как отсрочка платежа по поставкам оборудования, как правило, не превышает 120–180 календарных дней. Переуступка такой задолженности рассматривается факторами как более надежная. F_C предполагает предоставление клиенту среднесрочного и долгосрочного финансирования, по которому сроки платежа составляют обычно от 180 до 360 и более дней, что не выгодно и рискованно для факторов в текущих экономических условиях. Поэтому финансовые агенты крайне редко заключают договоры по второму виду дебиторской задолженности.

Раздел 12

АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ФАКТОРИНГОВЫМ ПОРТФЕЛЕМ

12.1. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ЛОГИСТИКЕ

В данном разделе будет рассмотрено несколько практических ситуаций применения разработанных в девятом разделе моделей на примере клиента фактора ОАО «Московская винная компания» (сокращенное наименование ОАО «МВК»¹), которая занимается поставками винно-водочных изделий в крупные торговые сети и мелкие розничные предприятия, находящиеся как в Москве, так и в регионах России. Поставщик хотел бы получать оплату по своим поставкам как можно раньше и планирует привлечь дополнительный оборотный капитал в качестве факторингового финансирования, чтобы увеличить объемы своих поставок, при этом сохранив уже действующие сроки отсрочек платежа с существующими контрагентами.

Клиент планирует передать долги фактору (в нашем случае фактором является кредитная организация, которая подчиняется требованиям регулятора в лице ЦБ РФ²) по тринадцати своим покупателям, финансовые показатели которых фактору предстоит проанализировать. Согласно новой редакции положения 254-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности» банки обязаны проводить оценку дебиторов (в рассматриваемом случае – покупателей винно-водочной продукции), что отражено в пункте 4.7 положения: «В случае если по договору финансирования под уступку денежного требования, заключенного в соответствии с главой 43 ГК РФ, финансовый агент (кредитная организация) осуществляет финансирование клиента до уступки денежного требования, то оценка кредитного риска до уступки денежного требования осуществляется в отношении данного клиента. После уступки денежного требования оценка кредитного риска осуществляется в отношении должника». Согласно пунктам 3.3

¹ В целях соблюдения конфиденциальности наименование клиента и его контрагентов (покупателей) были изменены.

² Там же.

и 3.7 положения 254-П банкам необходимо анализировать по двум критериям: обслуживание долга и финансовое положение.

Обслуживание долга юридического лица согласно 254-П может быть классифицировано в три категории:

1) хорошее, если 1.1) платежи по основному долгу и процентам осуществляются своевременно и в полном объеме; 1.2) имеется случай (имеются случаи) просроченных платежей по основному долгу и (или) процентам в течение последних 180 календарных дней общей продолжительностью до 5 календарных дней;

2) среднее, если имеется случай (имеются случаи) просроченных платежей по основному долгу и (или) процентам в течение последних 180 календарных дней общей продолжительностью до 30 календарных дней;

3) неудовлетворительное, если имеются просроченные платежи по основному долгу и (или) процентам в течение последних 180 календарных дней общей продолжительностью свыше 30 календарных дней.

Финансовое положение должника (юридического лица) может быть отнесено к трем из нижеперечисленных категорий:

1. *Хорошее*, если комплексный анализ производственной и финансово-хозяйственной деятельности заемщика, включая информацию о внешних условиях, свидетельствуют о стабильности производства, положительной величине чистых активов, рентабельности и платежеспособности и отсутствуют какие-либо негативные явления (тенденции), способные повлиять на финансовую устойчивость заемщика в перспективе.

2. *Среднее*, если комплексный анализ производственной и финансово-хозяйственной деятельности заемщика и иные сведения о нем свидетельствуют об отсутствии прямых угроз текущему финансовому положению при наличии в деятельности заемщика негативных явлений (тенденций), которые в обозримой перспективе (год или менее) могут привести к появлению финансовых трудностей, если заемщиком не будут приняты меры, позволяющие улучшить ситуацию.

3. *Плохое*, если заемщик признан несостоятельным (банкротом) в соответствии с законодательством либо если он является устойчиво неплатежеспособным, а также если анализ производственной и (или) финансово-хозяйственной деятельности заемщика и (или) иные сведения о нем свидетельствуют об угрожающих негативных явлениях (тенденциях), вероятным результатом которых могут явиться несостоятельность (банкротство) либо устойчивая неплатежеспособность заемщика.

Чтобы провести требуемый анализ фактор запрашивает необходимые для оценки данные у клиента, который обязан предоставить

Таблица 12.1

Количество поставок ОАО «МВК» за последние 12 месяцев (в рублях) в разрезе покупателей

	2008 год												2009 год			
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель			
«ТОРГ» ЗАО	5 423 409,82	4 901 283,99	4 717 355,61	5 175 819,15	4 701 406,10	5 570 959,74	6 748 712,17	6 951 644,22	7 577 102,50	7 577 102,50	3 924 393,56	4 485 510,84	4 062 271,97	4 900 571,35		
в % к пред. мес.	-	90,37	96,25	109,72	90,83	118,50	121,14	103,01	109,00	109,00	51,79	114,30	90,56	120,64		
«ЛЕТО» ООО	292 251,94	241 721,58	206 019,30	200 518,59	191 495,25	205 838,25	230 291,83	289 937,41	367 147,75	367 147,75	264 199,52	250 487,56	244 050,03	266 551,45		
в % к пред. мес.	-	82,71	85,23	97,33	95,50	107,49	111,88	125,90	126,63	126,63	71,96	94,81	97,43	109,22		
«ИСТ» ООО	-	-	-	92 010,12	82 349,06	78 561,00	77 571,13	85 010,21	99 725,47	99 725,47	68 102,52	53 208,50	52 165,62	56 156,29		
в % к пред. мес.	-	-	-	-	89,50	95,40	98,74	109,59	117,31	117,31	68,29	78,13	98,04	107,65		
«КОРОЛЕВ» ОАО	3 059 715,37	3 108 282,91	3 059 716,37	4 939 160,13	3 059 717,37	4 843 802,57	3 059 718,37	3 538 159,58	3 059 719,37	3 059 719,37	1 771 794,82	3 059 720,37	3 413 195,81	3 059 721,37		
в % к пред. мес.	-	101,59	113,48	161,43	52,44	158,31	112,92	115,64	130,08	130,08	57,91	104,06	111,55	104,27		
«АЗИЯ» ООО	33 341,24	30 917,33	21 911,11	22 397,54	21 541,95	23 467,80	28 778,57	33 278,61	44 976,04	44 976,04	35 072,31	33 087,22	35 906,25	35 820,08		
в % к пред. мес.	-	92,73	70,87	102,22	96,18	108,94	122,63	115,64	135,15	135,15	77,98	94,34	108,52	99,76		
«ВИКТОРИЯ» ООО	4 708 469,61	4 391 589,60	3 017 022,06	3 046 890,57	3 010 327,89	3 326 713,35	4 016 008,35	4 685 476,95	6 466 895,28	6 466 895,28	4 901 906,62	4 784 260,86	5 041 175,67	5 062 852,73		

	2008 год												2009 год			
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель			
в % к пред. мес.	-	93,27	68,70	100,99	98,80	110,51	120,72	116,67	138,02	75,80	97,60	105,37	100,43			
«7 БАЛЛОВ» ООО	718 182,87	312 122,28	181 062,13	124 262,94	62 168,75	61 665,18	67 338,38	106 394,64	181 764,60	156 081,26	168 005,87	109 304,62	117 338,51			
в % к пред. мес.	-	43,46	58,01	68,63	50,03	99,19	109,20	158,00	170,84	85,87	107,64	65,06	107,35			
«СП «МОС-ГЛАВТОРИ» ЗАО	239 052,04	175 918,39	160 754,23	155 401,11	160 700,29	155 381,11	179 807,02	203 343,76	262 903,15	219 366,39	211 403,39	202 376,46	178 192,48			
в % к пред. мес.	-	73,59	91,38	96,67	103,41	96,69	115,72	113,09	129,29	83,44	96,37	95,73	88,05			
«ЯУЗА» ООО	1 100 939,26	1 040 827,98	1 008 770,48	1 060 116,90	886 045,70	1 037 293,70	1 242 885,31	1 242 885,31	1 354 620,70	840 813,07	950 034,69	808 479,52	637 647,80			
в % к пред. мес.	-	94,54	96,92	105,09	83,58	117,07	119,82	100,00	108,99	62,07	112,99	85,10	78,87			
«МЕГА-ШОП» ООО	223 657,92	170 539,17	151 643,43	151 215,79	166 110,55	193 568,62	226 959,21	258 029,92	308 939,23	233 280,01	219 959,72	199 205,00	190 977,84			
в % к пред. мес.	-	76,25	88,92	99,72	109,85	116,53	117,25	113,69	119,73	75,51	94,29	90,56	95,87			
«ПАЛИТРА» ЗАО	1 827 632,53	1 712 857,21	1 382 789,62	1 376 981,91	1 340 354,19	1 467 553,80	1 748 296,84	2 051 101,86	2 312 207,12	1 696 928,81	1 638 045,38	1 529 442,97	1 532 654,80			
в % к пред. мес.	-	93,72	80,73	99,58	97,34	109,49	119,13	117,32	112,73	73,39	96,53	93,37	100,21			

	2008 год												2009 год			
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель			
«ДОМ» ООО	15 611,05	12 368,63	10 660,53	9 923,88	9 765,10	10 628,34	14 048,11	19 046,43	23 659,47	17 273,78	16 256,35	14 349,48	14 128,50			
в % к пред. мес.	-	79,23	86,19	93,09	98,40	108,84	132,18	124,22	135,58	73,01	94,11	88,27	98,46			
«ВОЛГА» ОАО	204 980,06	202 684,28	169 403,52	107 825,34	112 817,65	129 187,50	159 727,42	182 919,84	248 405,14	218 397,80	214 663,20	211 808,18	226 401,76			
в % к пред. мес.	-	98,88	83,58	63,65	104,63	114,51	123,64	114,52	135,80	87,92	98,29	98,67	106,89			

Суммы и сроки просроченной дебиторской задолженности ОАО «МВК» в разрезе покупателей

	Оборот за 12 последних месяцев (руб.)	Текущая дебиторская задолженность, апрель (руб.)	Просроченная дебиторская задолженность на апрель (руб.)	Процент просроченной дебиторской задолженности от годового оборота	Отсрочка платежа (календ. дни)	Максимальная просрочка за последние 6 месяцев (календ. дни)	Требуемый клиентом кредитный лимит (руб.)
«ТОРИ» ЗАО	63 717 031,21	9 986 310,86	0,00	0,00	80	0	17 550 000,00
«ЛЕТО» ООО	2 958 258,53	488 521,13	0,00	0,00	50	4	604 000,00
«КОРОЛЕВ» ОАО	43 032 424,41	8 000 784,09	0,00	0,00	80	0	10 000 000,00

	Оборот за 12 последних месяцев (руб.)	Текущая дебиторская задолженность (руб.)	Просроченная дебиторская задолженность на апрель (руб.)	Процент просроченной дебиторской задолженности от годового оборота	Отсрочка платежа (календ. дни)	Максимальная просрочка за последние 6 месяцев (календ. дни)	Требуемый клиентом кредитный лимит (руб.)
«ВОЛГА» ОАО	2 389 221,69	538 290,07	0,00	0,00	75	1	-
«7 БАЛЛОВ» ООО	2 365 692,05	350 412,57	0,00	0,00	75	0	1 369 000,00
«ДОМ» ООО	187 719,66	29 022,75	0,00	0,00	50	0	-
«ВИКТОРИЯ» ООО	56 459 589,54	18 842 659,18	610 963,52	3,24	80	26	12 000 000,00
«ЯУЗА» ООО	13 211 360,44	2 112 850,89	21 237,00	1,01	75	22	3 200 000,00
«ПАЛИТРА» ЗАО	21 616 847,05	5 315 514,44	274 281,43	5,16	80	19	5 500 000,00
«ИСТ» ООО	744 859,92	63 247,21	12 000,93	18,97	33	14	23 000,00
«СП «МОС-ГЛАВТОРГ» ЗАО	2 504 599,82	607 193,22	50 506,18	8,32	50	48	-
«АЗИЯ» ООО	400 496,04	106 165,16	38 285,41	36,06	50	48	76 000,00
«МЕГАШОП» ООО	2 694 086,40	473 568,84	53 490,09	11,30	55	35	500 000,00

Лимиты и показатели коэффициентов риска в разрезе покупателей ОАО «МВК»

	Процент просроченной дебиторской задолженности от годового оборота	Отсрочка платежа (календ. дни)	Максимальная просрочка за последние 6 месяцев (календ. дни)	Расчетный лимит фактора	Лимит на покупателя (телей, привлекенный к одному сроку (80 календ. дней)	Обслуживание долга	Финансовое положение	Коэффициент риска
«ТОРГ» ЗАО	0,00	80	0	14 159 340,27	14 159 340,27	хорошее	хорошее	0
«ЛЕТО» ООО	0,00	50	4	410 869,24	657 390,78	хорошее	хорошее	0
«КОРОЛЕВ» ОАО	0,00	80	0	9 562 760,98	9 562 760,98	хорошее	хорошее	0
«ВОЛГА» ОАО	0,00	75	1	497 754,52	530 938,15	хорошее	хорошее	0
«7 БАЛЛОВ» ООО	0,00	75	0	492 852,51	525 709,34	хорошее	среднее	0,15
«ДОМ» ООО	0,00	50	0	26 072,18	41 715,48	хорошее	среднее	0,15
«ВИКТОРИЯ» ООО	3,24	80	26	12 546 575,45	12 546 575,45	среднее	хорошее	0,12
«ЯУЗА» ООО	1,01	75	22	2 752 366,76	2 935 857,87	среднее	хорошее	0,1
«ПАЛИТРА» ЗАО	5,16	80	19	4 803 743,79	4 803 743,79	среднее	хорошее	0,13

	Процент просроченной дебиторской задолженности от годового оборота	Отсрочка платежа (календ. дни)	Максимальная просрочка за последние 6 месяцев (календ. дни)	Расчетный лимит фактора	Лимит на покупку телелет, привезенный к общему сроку (80 календ. дней)	Обслуживание долга	Финансовое положение	Коэффициент риска
«ИСТ» ООО	18,97	33	14	68 278,83	165 524,43	среднее	среднее	0,45
«СП «МОС-ГЛАВТОРГ» ЗАО	8,32	50	48	347 861,09	556 577,74	неудов-ое	хорошее	0,35
«АЗИЯ» ООО	36,06	50	48	55 624,45	88 999,12	неудов-ое	среднее	0,75
«МЕГА-ШОП» ООО	11,30	55	35	411 596,53	598 685,87	неудов-ое	среднее	0,65

в распоряжение фактора не только документы, требуемые по стандартам ЦБ (бухгалтерская и публикуемая отчетность, сведения о доходах и расходах и пр.), но и статистический материал о торговых оборотах с контрагентами, о суммах просроченных платежей и максимальных сроках просроченной оплаты¹ за последние 6–12 месяцев сотрудничества для расчета коэффициентов риска и лимитов сделки. В таблицах 12.1–12.3 представлены данные о дебиторах рассматриваемого потенциального клиента фактора ОАО «МВК», которых компания хотела бы подключить к будущей факторинговой схеме.

На основании полученной от клиента информации и матрицы рискованных коэффициентов (см. табл. 11.1)² фактор производит финансово-экономический анализ деятельности дебиторов и дает оценку показателей. В процессе анализа банк может запросить у клиента и дебиторов дополнительные данные и внутренние финансовые документы в случае необходимости. В рассматриваемом случае банк провел комплексный анализ и расчет лимита сделки (см. формулу (**)) одиннадцатого раздела), результаты которых представлены в таблице 12.3.

Лимиты финансирования были приведены к единому знаменателю в 80 календарных дней отсрочки платежа (см. рис. 12.1 и 12.2), для упрощения будущих расчетов, а также возможности оперировать месячными ставками и рассматривания нужных периодов сделки (помесячный, поквартальный, полугодовые) в случае необходимости. Как правило, договор факторинга заключается факторами на один год, после чего по результатам годовой работы, повторного анализа всех участников и оценки эффективности сотрудничества банка с данным клиентом (полученная прибыль, размер созданных резервов, объемы просроченных платежей и прочие показатели) принимается решение о продлении договора или о его прекращении.

Складывая расчетные лимиты на каждого покупателя, получаем общий расчетный лимит сделки, в пределах которого поставщик может переуступить банку долг и который составил 47 173 819, 28

¹ Также фактор может запросит данные по возвратам поставок, бою и прочим отказам покупателей оплачивать поставленный товар для корректировки лимита финансирования, но так как данная сделка заключается с регрессом на поставщика, то все неоплаты дебиторов в таких случаях могут быть компенсированы фактору за счет списания средств с расчетного счета клиента. Поэтому по данной сделке указанная информация не запрашивалась.

² Фактор может разработать собственную матрицу рискованных коэффициентов на основании своего опыта работы или применяемых в организации систем оценки риска, а также учитывать собственные деловые отношения с дебиторами клиента (ОАО «МВК»), если они имели место быть.

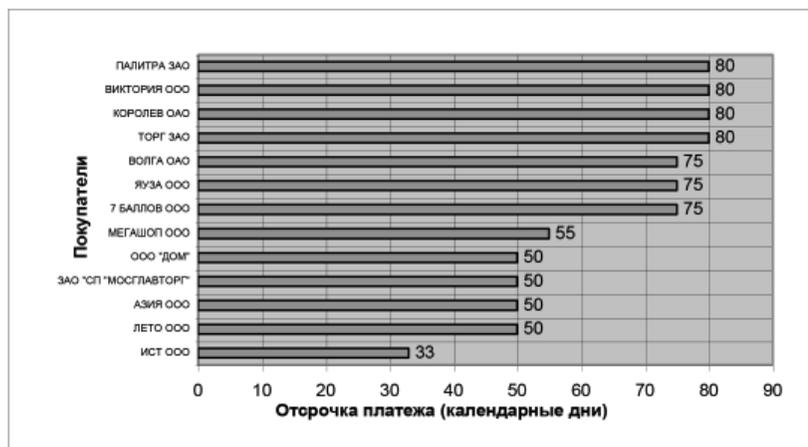


Рис. 12.1. Сроки отсрочки платежей покупателей ОАО «МВК»

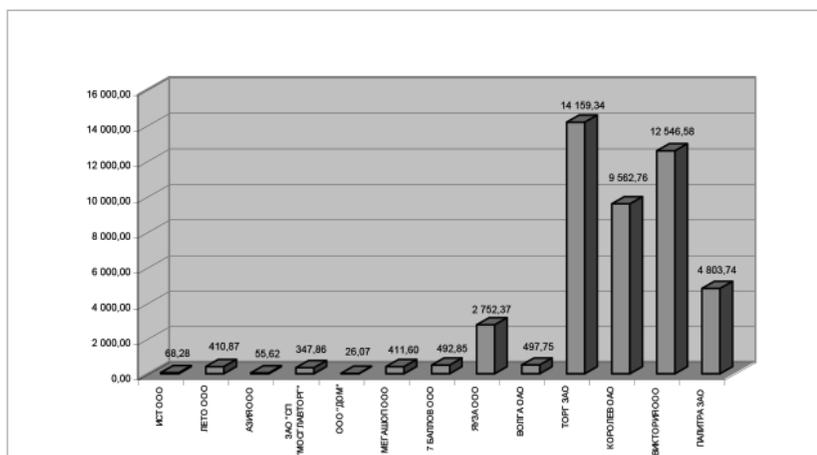


Рис. 12.2. Лимиты, открытые на покупателей ОАО «МВК» (тыс. руб.)

руб. В текущей ситуации сложности привлечения финансовых ресурсов банк располагает денежными средствами в размере 20 000 000, 00 руб., которые готов предоставить головной офис под 13,49 процентов годовых.

Теперь, имея все необходимые данные для оптимизационной задачи, можно приступить к ее формулированию. Банк хотел бы проанализировать следующие ситуации:

1) при каком наборе покупателей можно получить максимальную прибыль от заключения факторинговой сделки с ОАО «МВК» при имеющемся ограничении на финансовые ресурсы,

а также каков будет размер прибыли, если в целях сокращения риска не включать в портфель покупателей с самыми высокими рисковыми коэффициентами;

2) в ситуации ограниченности финансовых ресурсов банку необходимо выяснить, выгодно ли будет привлечь депозит (это также может быть кредит материнской структуры или другого банка) на сумму 20 миллионов (по ставке 12,49% годовых) рублей сроком размещения на один год и использовать его для финансирования потенциального клиента-поставщика, а также определить, какую прибыль в такой ситуации получит банк. Результат необходимо сравнить с решением первого пункта;

3) проанализировать модель 1 и 2 на устойчивость при росте стоимости ресурсов, за которую банк сам привлекает средства для финансирования клиента, на 10–20%.

Для решения всех вышепоставленных перед банком задач мы будем использовать сформулированные в девятом разделе модели по максимизации прибыли портфеля покупателей при ограничении на риск и лимитировании на финансовые ресурсы, а также методику анализа устойчивости полученных задач на устойчивость решения к изменениям параметров задачи.

12.2. ФОРМИРОВАНИЕ ФАКТОРИНГОВОГО ПОРТФЕЛЯ КЛИЕНТА ФАКТОРА В ЦЕЛЯХ МАКСИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ

Сформулируем дискретную задачу оптимизации портфеля дебиторов при. Для этого обозначим через $x_1 - x_{13}$ переменные для покупателей «ИСТ» ООО, «ЛЕТО» ООО, «АЗИЯ» ООО, «СП «МОСГЛАВТОРГ» ЗАО, «ДОМ» ООО, «МЕГАШОП» ООО, «7 БАЛЛОВ» ООО, «ЯУЗА» ООО, «ВОЛГА» ОАО, «ТОРГ» ЗАО, «КОРОЛЕВ» ОАО, «ВИКТОРИЯ» ООО и «ПАЛИТРА» ЗАО, соответственно. Данные переменные будет показывать, добавляется ли покупатель в общий портфель сделки или нет. Если x равен 0, то покупатель исключается из факторингового портфеля клиента, если x равен 1, то покупатель добавляется в портфель дебиторов поставщика.

Учитывая текущие ставки на рынке на факторинговые услуги, которые резко возросли в период дефицита ликвидности и доходили в самый пик кризиса до 40% годовых, чтобы продукт был привлекателен и клиенту, и фактору, банк готов остановиться на прибыли в 6% (d) годовых. Таким образом, для поставщика факторинговое обслуживание обойдется в 19,49 процентов годовых¹.

¹ Факторинг, как отмечалось ранее в работе, не входит в список банковских услуг, обозначенных ЦБ РФ, поэтому все комиссии банка, взимаемые за предоставление факторингового обслуживания, облагаются НДС. Но так как по факту НДС уплачивается покупателем, то его уплата возлагается ➔

Сформулируем целевую функцию задачи.
 $(165\,524,43 * x_1 + 657\,390,78 * x_2 + 88\,999,12 * x_3 + 556\,577,74 * x_4 + 41\,715,48 * x_5 + 598\,685,87 * x_6 + 525\,709,34 * x_7 + 2\,935\,857,87 * x_8 + 530\,938,15 * x_9 + 14\,159\,340,27 * x_{10} + 9\,562\,760,98 * x_{11} + 12\,546\,575,45 * x_{12} + 4\,803\,743,79 * x_{13}) * 0,013 \rightarrow \max$ (12.1)

Приведенная к 80 календарным дням стоимость денежных ресурсов, по которой фактор получает их у материнской организации, составляет 0,013 (0,06*80/365).

Теперь необходимо составить ограничение по сумме предоставляемых в распоряжение фактора финансовых ресурсов (F), иными словами ограничение по лимитам покупателей клиента.

$165\,524,43 * x_1 + 657\,390,78 * x_2 + 88\,999,12 * x_3 + 556\,577,74 * x_4 + 41\,715,48 * x_5 + 598\,685,87 * x_6 + 525\,709,34 * x_7 + 2\,935\,857,87 * x_8 + 530\,938,15 * x_9 + 14\,159\,340,27 * x_{10} + 9\,562\,760,98 * x_{11} + 12\,546\,575,45 * x_{12} + 4\,803\,743,79 * x_{13} \leq 20\,000\,000,00$ (12.2)

После этого можно составить ограничение по общему риску сделки, который фактор готов на себя принять. В данном случае банк готов рисковать в пределах общего коэффициента риска портфеля покупателей данной сделки ($\beta_{\text{пр}}$), равного 0,03.

$(165\,524,43 * x_1 * 0,45 + 657\,390,78 * x_2 * 0 + 88\,999,12 * x_3 * 0,75 + 556\,577,74 * x_4 * 0,35 + 41\,715,48 * x_5 * 0,15 + 598\,685,87 * x_6 * 0,65 + 525\,709,34 * x_7 * 0,15 + 2\,935\,857,87 * x_8 * 0,1 + 530\,938,15 * x_9 * 0 + 14\,159\,340,27 * x_{10} * 0 + 9\,562\,760,98 * x_{11} * 0 + 12\,546\,575,45 * x_{12} * 0,12 + 4\,803\,743,79 * x_{13} * 0,13) * 0,03 / 20\,000\,000 \leq 0,03$ (12.3)

Первое значение 0,03, которое в нашем случае совпало по величине с уровнем риска сделки, в данном выражении представляет собой приведенную к 80-дневному сроку стоимость получения ресурсов фактором, а именно 0,1349*80/365.

По причине большого объема математическим операций, осуществляемых в процессе нахождения оптимального решения, сложности расчетов, осуществляемых в процессе выбора оптимального портфеля покупателей, и цикличности проводимых расчетов и связанных с этим повышением вероятности ошибок¹ для решения сформулированной задачи необходимо использовать существующие автоматизированные и информационные технологии, то есть подходяще программное обеспечение, которое может помочь в решении таких задач. Одним из таких ИТ-про-

➡ на клиента (поставщика вино-водочных изделий) в данном случае и, следовательно, конечная стоимость услуг фактора для ОАО «МВК» будет равна 19,49% * 0,18, что составляет при округлении порядка 23% годовых.

¹ Подробно алгоритм поиска решения рассматриваемой задачи был описан во второй главе работы.

дуктов является процедура «Поиск решения» (Solver¹), которая входит в стандартную комплектацию программы Microsoft Excel и которая представляет собой систему автоматизации выбора оптимального решения. «Поиск решения» является программно-ориентированной надстройкой, написанной на языке программирования Visual Basic, и активизируется путем выбора команды «Надстройки» в меню «Сервис». Работа приложения по поиску оптимального решения задачи основана на математическом методе «ветвей и границ», детально рассмотренном в девятом разделе книги.

Модуль позволяет вводить большое количество ограничений и различных условий выбора оптимального решения при задании целевой функции задачи и подходит для использования в банках и факторинговых компаниях, так как не требует дополнительных финансовых затрат на его приобретение, он очень прост в использовании, не требует специального обучения сотрудников фактора, а также нет специальных технических требований к оборудованию, так как Excel можно установить на любом компьютере².

Единственное, на что придется тратить время финансовым аналитикам факторов (банков или факторинговых компаний) — это на ввод данных, например, ввод данных по ограничениям для порядка 100 дебиторов может занять более двух часов.

Но вернемся к решению уже сформулированной задачи. Начиная формулировать оптимизационную задачу с пяти покупателей в факторинговом портфеле ОАО «МВК», присоединяя каждый раз по одному новому покупателю к уже сформированному портфелю и сохраняя все ограничения на риск и максимальную сумму финансирования фактором клиента. Используя возможности описанного модуля «Поиск решения» и задав целочисленные значения для искомых переменных (то есть x может быть только целым числом, равным 0 или 1), получаем следующее оптимальное решение задачи для максимального количества покупателей, тринадцати дебиторов в факторинговом портфеле клиента фактора ОАО «МВК»: (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0). Подробные расчеты решаемой задачи представлены в таблице 12.4.

¹ Solver — это отдельный программный продукт, разработанный совсем не корпорацией Microsoft, а фирмой Frontline Systems (www.solver.com), которая специализируется на экономическом программном обеспечении. Но разработчик согласился бесплатно распространять Solver вместе с программой Excel в пакете MS Office.

² Также на рынке существует еще программа «MARKET» — специализированный лицензионный продукт фирмы FineSoft Ltd., он не столь распространен, как общедоступная и общеизвестная программа Excel. Стоимость программы «MARKET» примерно равна 160 долларам США.

Промежуточные решения задачи с целочисленными ограничениями

Варианты	Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Наименования рассматриваемых покупателей	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, «СП» ООО, «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО, «Дом» ООО, «Мега- шоп» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, «СП» ООО, «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО, «Дом», «Мега- шоп» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, «СП» ООО, «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО, «Дом», «Мега- шоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «7 баллов» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, «СП» ООО, «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО, «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, «СП» ООО, «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО, «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Волга» ООО					

Окончание таблицы 12.4

Варианты	Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Решение	(1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)
Общий доход сделки (руб.)	19 635,70	27 415,61	34 249,84	72 415,99	79 318,18	254 843,53	254 843,53	256 154,10	256 154,10	256 154,10
Общий риск сделки	0,0005	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
Использованный лимит (руб.)	1510207,55	2108893,42	2634602,76	5570460,63	6101398,78	19603348,27	19603348,27	19704161,31	19704161,31	19704161,31

Для наглядности графики зависимостей доходности и риска фактора от рассматриваемого количества дебиторов при целочисленных ограничениях задачи представлены на рисунках ниже.

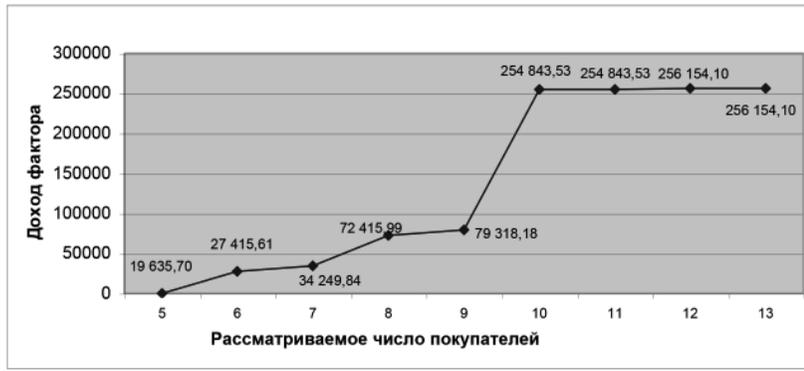


Рис. 12.3. График зависимости дохода фактора от числа покупателей при целочисленных ограничениях

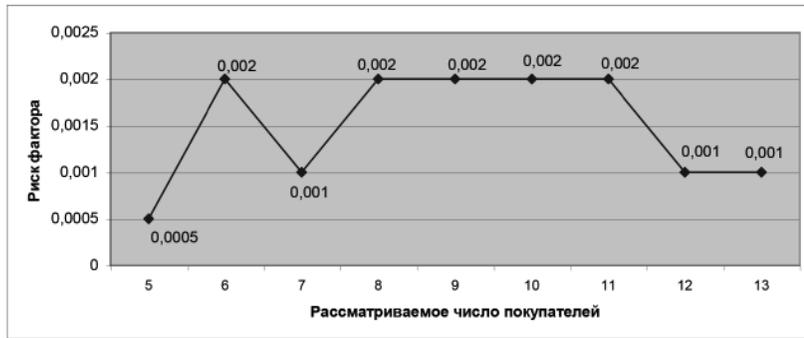


Рис. 12.4. График зависимости риска сделки от числа покупателей при целочисленных ограничениях

Максимальная прибыль, которую может получить банк, составляет 256 154,10 рублей (в двух рассматриваемых вариантах при 12 и 13 покупателях) за 80 календарных дней использования лимита в размере 19 704 161,31 рублей. Прибыль фактора в пересчете на годовой период составит $256 154,10 * 365/80$, а именно – 1 168 703,08 рублей. При этом уровень риска всего портфеля покупателей равен 0,001. Таким образом, только четыре покупателя не вошли в портфель. Это ЗАО «СП «МОСГЛАВТОРГ», «КОРОЛЕВ» ОАО, «ВИКТОРИЯ» ООО и «ПАЛИТРА» ЗАО. Последние три покупателя имеют самые крупные обороты поставок (лимиты) после ЗАО «ТОРГ», поэтому они просто не поместились в лимит средств, ко-

Таблица 12.5

Промежуточные решения задачи при непрерывных ограничениях на переменные

Варианты	Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наименования рассматриваемых покупателей	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мега- шоп» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мега- шоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Торг» ОАО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Торг» ОАО, «Королев» ОАО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Торг» ОАО, «Королев» ОАО, «Виктория» ООО, «Палитра» ЗАО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Торг» ОАО, «Королев» ОАО, «Виктория» ООО, «Палитра» ЗАО	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП «МОС- ГЛАВ- ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ООО, «Торг» ОАО, «Королев» ОАО, «Виктория» ООО, «Палитра» ЗАО

		Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента										
Варианты		5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Решение	(1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)	(0,999;1;0,999;0,999;1;0,999;1;1;0,982)	(1;0,039;1;1;1;1;1;1;1;0,039)	(1;1;1;0,0001;1;1;1;1;1;1;0,989;0,036)	(1;1;1;0;1;1;1;1;1;0,95;0,08;0)	260 000,00	260 000,00
Общий доход сделки (руб.)	19 635,70	27 415,61	34 249,84	72 415,99	79 318,18	260 000,00	260 000,00	260 000,00	260 000,00	260 000,00	260 000,00	
Общий риск сделки	0,0005	0,002	0,001	0,002	0,002	0,0017	0,0012	0,0014	0,0015	0,0015	0,0015	
Использованный лимит (руб.)	1510207,55	2108893,42	2634602,76	5570460,63	6101398,78	20000000,00	20000000,00	20000000,00	20000000,00	20000000,00	20000000,00	

торым располагает фактор, хотя у них и одни из самых низких показателей риска. Оставшаяся часть лимита на сумму 295838,69 рублей не используется при целочисленных ограничениях на переменные. В этот же остаток и не поместился лимит ЗАО «СП «МОСГЛАВ-ТОРГ». Но целочисленные ограничения полезно использовать факторам, когда им нужно жестко ограничивать дебиторов, в случае, если они уже подключены в факторинговым портфелям других клиентов, чтобы избежать большого объема долга в своем общем портфеле факторинговых контрактов большой доли дебиторской задолженности к одному покупателю, как было отмечено в десятом разделе работы, это очень рискованно для самого фактора и многие из них отслеживают и ограничивают такой показатель.

Если же такой необходимости нет (фактор заключает только регрессные договоры, страхует собственные риски или готов брать на себя больший риск), то можно воспользоваться непрерывной задачей линейного программирования (когда лимиты на покупателей могут дробиться), в которой переменная x будет находиться в диапазоне от 0 до 1. Все остальные ограничения (12.1–12.3), сформулированные в первой задаче, останутся прежними.

Оптимальное решение несколько изменилось и стало следующей (1; 1; 1; 0; 1; 1; 1; 1; 1; 0,95; 0; 0,08; 0). Промежуточные решения содержатся в таблице 12.5. Очевидно, решения для вариантов 5–9 не отличаются от решений задачи с целочисленными ограничениями. Сравнительные графики решений целочисленных задач и задач с непрерывными ограничениями для наглядности представлены на рисунках 12.5 и 12.6.

Основная аксиома диверсификации о снижении собственного риска портфеля наглядно подтверждается нижепредставленным рисунком. Общий риск портфеля возрастает, если в него намеренно включить хотя бы одну акцию с очень высокой «бетой», и снижается, если в портфель добавить акцию с очень низкой «бетой». Иначе говоря, чем диверсифицированнее портфель (чем больше в него входит различных составляющих, в нашем случае – покупателей клиента фактора), тем ниже одна из составляющих общего риска портфеля – собственный (несистематический) риск.

Таким образом, при максимально возможной прибыли в 260000,00 рублей за тот же период лимит распределился еще между двумя покупателями: ОАО «Королев» и ООО «Виктория», при этом общий лимит сделки выбирается полностью в размере 20 миллионов рублей, однако возрос общий уровень риска портфеля дебиторов клиента с 0,001 до 0,0015. Нужно заметить, что три последних варианта будут приносить фактору одинаковый доход от сделки, при этом портфель, включающий в себя одиннадцать покупателей, менее рискованный, чем портфели, состоящие из 12 или 13 покупателей, по-

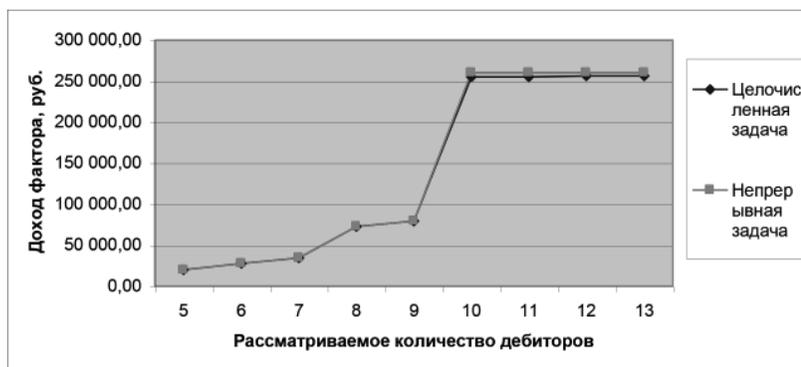


Рис. 12.5. Графическое сравнение доходностей оптимальных портфелей при целочисленных и непрерывных ограничениях

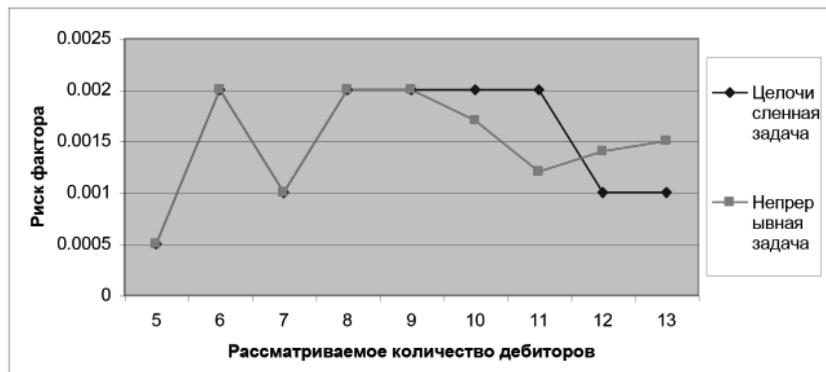


Рис. 12.6. Графическое сравнение показателей риска оптимальных портфелей при целочисленных и непрерывных ограничениях

этому фактору целесообразнее остановить свой выбор на первом портфеле, а не втором и третьем. В данной ситуации годовая прибыль фактора возрастет незначительно, на 17 546,92 рубля (с 1 168 703,08 рублей до 1 186 250,00 рублей). То есть, если фактор желает воспользоваться этим дополнительным доходом, ему необходимо включить в портфель покупателей ООО «Лето» и ОАО «Королев» с уменьшенными лимитами, равными 25 638,24 рублей (0,039*657 390,78) и 372 947,68 (0,08*9 562 760,98), соответственно, если с такими условиями согласиться, в свою очередь, клиент ОАО «МВК», который, со своей стороны, заинтересован переуступить фактору как можно больше дебиторской задолженности каждого покупателя. Из-за подобных ограничений, которые факторы накладывают на обороты переуступаемых поставок, поставщики зачастую заключают одновременно несколько договоров факторинга с разными

финансовыми агентами, переуступая, тем самым, одних дебиторов одной факторинговой компании, других покупателей — второму фактору, что отчасти решает их проблемы, хотя стоит обычно дороже и требует больших временных затрат.

В нашем конкретном примере фактор может отказаться от решения непрерывной задачи при факторинговом портфеле с одиннадцатью покупателями, так как 17 546,92 рубля — дополнительный годовой доход, который может получить банк с установлением ограниченных лимитов на двух покупателей, сравнительно небольшой с учетом того, что общий риск сделки для фактора возрастает.

Тем не менее непрерывные ограничения дают больше гибкости при рассмотрении подобных задач и могут значительно улучшить и показатели прибыльности и риска.

Также, как уже было обозначено ранее, фактор хотел бы совсем исключить из портфеля покупателей с самыми высокими показателями риска и проанализировать такую задачу с целью максимизации прибыли. В рассматриваемом списке покупателей исключатся четыре самых рискованных дебитора: ООО «Ист», ООО «Азия», ЗАО «СП Мосглавторг» и ООО «Мегашоп».

Решая без них дискретную и непрерывные задачи линейного программирования, получаем следующие решения, обозначенные в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Оптимальные портфели покупателей без дебиторов с высокими коэффициентами риска

Варианты	Дискретная задача с целочисленными ограничениями на переменные	Непрерывная задача без ограничения на целочисленность переменных
Наименования рассматриваемых покупателей	«Лето» ООО, ООО «Дом», «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ОАО, «Торг» ЗАО, «Королев» ОАО, «Виктория» ООО, «Палитра» ЗАО	«Лето» ООО, ООО «Дом», «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ОАО, «Торг» ЗАО, «Королев» ОАО, «Виктория» ООО, «Палитра» ЗАО
Решение	(1; 0; 0; 0; 0; 1; 0; 0; 1)	(1; 0,0001; 0,0008; 0,0043; 0,0008; 1; 0,0141; 0,0185; 1)
Общий доход сделки (руб.)	255 066,17	260 000,00
Годовой доход фактора от сделки (руб.)	1 163 739,40	1 186 250,00
Общий риск сделки	0,0009	0,0010
Использованный лимит (руб.)	19 620 474,84	20 000 000,00

В рассматриваемом нами случае из вышепредставленной таблицы видно, что портфель без участия самых рискованных дебиторов не стал менее эффективным в отношении доходности: при целочисленных ограничениях годовой доход фактора от заключения факторингового контракта с ОАО «МВК» снижается на 4963,68, что не является значительным показателем, учитывая, что риск сделки 0,0001; при непрерывных ограничениях доход фактора останется тем же, что и при включение в портфель покупателей с самыми высокими показателями риска, но при этом ощутимо снижается показатель общего риска портфеля до 0,0010. Поэтому для фактора с точки зрения числовых данных более выгодным из двух последних вариантов будет решение задачи с целочисленными ограничениями, при этом фактору придется привлекать меньше ресурсов на финансирование, почти на 400 тысяч рублей, но в портфеле при данном решении окажется только три дебитора, что не является самым оптимальным решением, если обратиться к логике диверсификации.

Поэтому учитывая, что экономическое положение на российских рынках еще далеко от того, что было до кризисных явлений 2008 года, и возможны неблагоприятные изменения, и многие компании еще будут преодолевать трудности, с которыми они столкнулись, то более надежным для фактора будет наличие в факторинговом портфеле клиента большего количества покупателей.

Десять покупателей решения с рассмотрением 12 потенциальных дебиторов в портфеле (см. табл. 12.4) больше в целых три раза, чем количество покупателей решения также с целочисленными ограничениями таблицы 8 и, следовательно, портфель будет в три раза надежнее благодаря его диверсифицированному содержанию, и опять же на нем, как и до анализа портфеля без участия самых рискованных покупателей, рекомендуется остановить свой выбор фактору.

Если подойти к рассмотрению решения непрерывной задачи линейного программирования без участия в ней дебиторов с высокими показателями риска, то, на первый взгляд, полученное решение кажется вполне приемлемым и самым выгодным для фактора в силу того, что годовой доход фактора останется таким же и снизится риск факторингового портфеля клиента с 0,0012 до 0,0010. Однако лимиты по покупателям при таких условиях должны выбираться в таких маленьких пропорциях, что это просто не представляется разумным с практической точки зрения, и ни клиент, в первую очередь, ни фактор не пойдут на заключение данной сделки с такими математически обоснованными и понятными данными, но практически невыполнимыми и не подходящими для их реализации в реальных условиях.

На основании вышеизложенного примера при использовании для получения оптимального решения непрерывных ограничений на переменные нужно всегда проверять скорректированные лимиты на покупателей, так как изначально установленные лимиты покупателей могут быть малы и их изменение в сторону уменьшения может явиться только математически логичным и верным, но бесполезным и неприемлемым в реальных практических условиях.

12.3. ФОРМИРОВАНИЕ ФАКТОРИНГОВОГО ПОРТФЕЛЯ КЛИЕНТА ФАКТОРА НА УСТОЙЧИВОСТЬ

В текущей ситуации меняющихся рыночных условий, фактор хотел бы провести анализ полученных решений на изменение самого важного для фактора параметра оптимизационной задачи — это стоимость привлечения финансовых ресурсов. Увеличение цены финансовых ресурсов скажется на доходности фактора, так как он будет вынужден платить своей материнской компании больший процент, и отразится на риске портфеля покупателей, так как произойдет иное перераспределение ресурсов внутри портфеля. В силу указанных обстоятельств необходим глубокий анализ данных изменений. Фактор озадачен решением двух аналогичных вопросов: «Что произойдет с показателями эффективности задачи (в нашей ситуации это риск и доходность) уже решенных выше задач, если стоимость ресурсов поднимется на 10 процентов годовых и на 20 процентов годовых?»

Снова обращаемся к программному средству приложения *Excel* «Поиск решения» и решаем выше сформулированные целочисленные задачи для двух случаев, получаем решения, которые представлены подробно в таблице 12.7 ниже.

Первым изменением в решении промежуточных и конечной поставленной задач (при анализе максимального количества покупателей в портфеле) является уменьшение дохода фактора, так как стоимость привлечения ресурсов для фактора возросла при оставшейся неизменной величине процентов за пользование денежными средствами для клиента фактора — ОАО «МВК».

При первом варианте изменения стоимости ресурсов, то есть увеличения цены ресурсов для фактора на 10% годовых, доход фактора снижается с 6% годовых до 4,65% ($19,49 - 13,49 + 13,49 \cdot 0,1$), а при росте стоимости на 20% до 3,3% годовых ($19,49 - 13,49 + 13,49 \cdot 0,2$). Количественные изменения дохода фактора, получаемого за период 80 календарных дней, наглядно можно посмотреть на сравнительной диаграмме доходностей всех трех рассмотренных вариантов ниже.

Промежуточные решения задачи при целочисленных ограничениях на переменные при повышении стоимости привлечения финансовых ресурсов на 10% и 20%¹.

Варианты	Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Наименования рассматриваемых покупателей	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»	«Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ЗАО «СП» «МОС-ГЛАВ-ТОРГ», ООО «Дом», «Мегашоп»

¹ Жирным шрифтом выделены ячейки, значения которых изменились по сравнению со значениями первоначальной целочисленной задачи (см. таблицу 12.4).

Окончание таблицы 12.7

Варианты	Количество покупателей в факторинговом портфеле клиента									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Решение	(1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)
Общий доход сделки (руб.)	16 612, 28	23 197,83	28 980,63	61 275,07	67 115,39	216 745,77	216 745,77	216 745,77	216 745,77	216 745,77
Общий риск сделки	0,0005	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Использованный лимит (руб.)	1510207,55	2108893,42	2634602,76	5570460,63	6101398,78	19704161,31	19704161,31	19704161,31	19704161,31	19704161,31
Решение	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)	(1;1;1;1;1;1)
Общий доход сделки (руб.)	10 571, 45	14 762,25	18 442,22	38 993,22	42 709,79	139 751,50	139 751,50	139 751,50	139 751,50	139 751,50
Общий риск сделки	0,0005	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Использованный лимит (руб.)	1510207,55	2108893,42	2634602,76	5570460,63	6101398,78	19964500,02	19964500,02	19964500,02	19964500,02	19964500,02

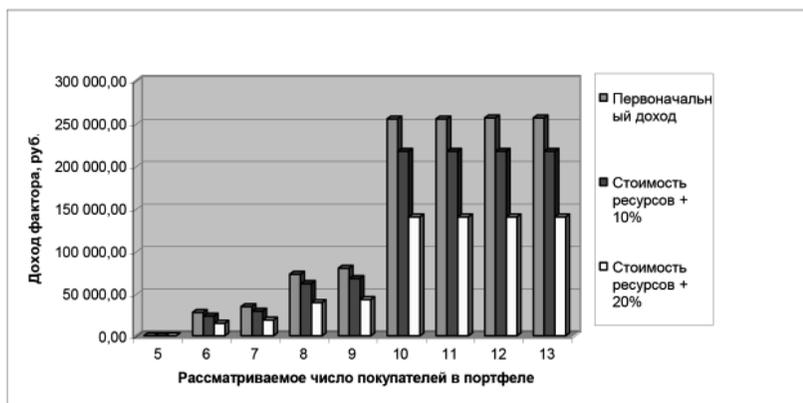


Рис. 12.7. Сравнительная диаграмма доходности фактора при изменении стоимости ресурсов (при целочисленных ограничениях)

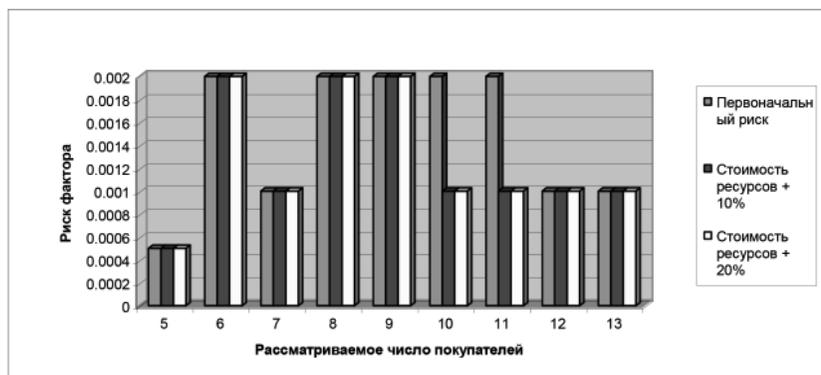


Рис. 12.8. Сравнительная диаграмма риска фактора при изменении стоимости ресурсов (при целочисленных ограничениях)

Вторым показателем, который в отличие от дохода фактора сильно не изменился, является риск. Показатели риска портфеля либо остались неизменными, либо снизились для различных вариантов решения, что говорит о хорошей устойчивости риска факторингового портфеля клиента фактора к изменению стоимости ресурсов на рынке.

Решения же самих задач, то есть набор покупателей в портфеле клиента, при изменении стоимости ресурсов на 10% остаются неизменными, что говорит о устойчивости задач в такой ситуации.

Оптимальные решения проанализированных задач меняются при изменении стоимости приобретения ресурсов на 20%. Оптимальный факторинговый портфель клиента будет состоять из следующих покупателей: «Лето» ООО, ЗАО «СП «МОСГЛАВ-ТОРГ», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ОАО, «Торг» ЗАО. Первоначальный оптимальный портфель содержал несколько иной набор дебиторов ОАО «МВК»: «Ист» ООО, «Лето» ООО, «Азия» ООО, ООО «Дом», «Мегашоп» ООО, «7 баллов» ООО, «Яуза» ООО, «Волга» ОАО, «Торг» ЗАО. Такая перегруппировка покупателей в портфеле свидетельствует о неустойчивости решения к изменению стоимости средств для фактора в случае, если ситуация станет реальной. Это будет нести дополнительные трудности для фактора, связанные с переоформлением договора факторинга, увеличением количества покупателей в портфеле, а следовательно и большим количеством платежей им, проходящих через специальные факторинговые счета фактора им и прочим. Так же это будет нести аналогичные трудности и для клиента, который будет вынужден отправлять дополнительные уведомления о переуступке денежных требований новым покупателям, добавленным в портфель. Кроме того, сообщать старым покупателям о прекращении факторингового финансирования по денежным требованиям, выставленным в их адрес и оплате товаров дебиторам опять придется клиенту.

Однако есть и важное преимущество у сформулированных задач — они дают возможность рассчитать изменение годового дохода фактора при изменении стоимости ресурсов фактора практически в любой момент, так как прибыль фактора и сама задача разбита на более мелкие периоды времени, в данном случае это приведенный знаменатель в 80 календарных дней. Фактор может взять любой другой временной интервал, например, месяц для месячной, 2-месячной, 3-месячной ставки *mosprime*, если фактор привлекает денежные средства на финансовых рынках с соответствующим периодом их размещения. При более мелком дроблении годового интервала, на который, как правило, заключается факторинговый договор, фактор получит более точные показатели доходности и случае изменения исходных данных сможет сразу же скорректировать финальные показатели, а также рассмотреть различные варианты изменения входящих параметров в любой момент.

Аналогичный перерасчет показателей производим и для непрерывной задачи оптимизации факторингового портфеля клиента. Таблица 12.8 содержит подробные данные о произведенных расчетах.

Проанализированные непрерывные задачи линейного программирования начиная с варианта с 10 рассматриваемыми покупателями значительно изменчивее и по риску, и по содержанию оптимальных

решений, что говорит о большей неустойчивости непрерывной задачи к изменению такого параметра задачи, как цена приобретения ресурсов фактором, в отличие от целочисленной задачи. Доход у непрерывных задач снижается приблизительно в той же пропорции, что и у аналогичной задачи, но с целочисленными ограничениями.

При изменении стоимости ресурсов на 10% процедура «Поиска решения» находит оптимальные решения, которые предполагают корректировку лимитов (варианты 11–13) в сторону уменьшения, которые могут оказаться неприемлемым для клиента, хотя они более выгодны для фактора с точки зрения риска портфеля. Однако более подходящий вариант для клиента – 10, который требует сокращения лимита лишь одного покупателя (ЗАО «Мосглавстрой»), также имеет более низкий риск, чем первоначальный риск до изменения стоимости ресурсов для фактора (см. таблицу 12.5, а также диаграмму риска ниже).

При изменении стоимости ресурсов на 20% задачи еще больше теряют устойчивость, и требуются сильные сокращения лимитов не одного покупателя в портфеле, что не будет выгодно клиенту, так как лимиты таких покупателей изначально не были высокими, фактору необходимо это учитывать и находить компромисс с клиентом, который бы устроил обоих партнеров факторинговой сделке.

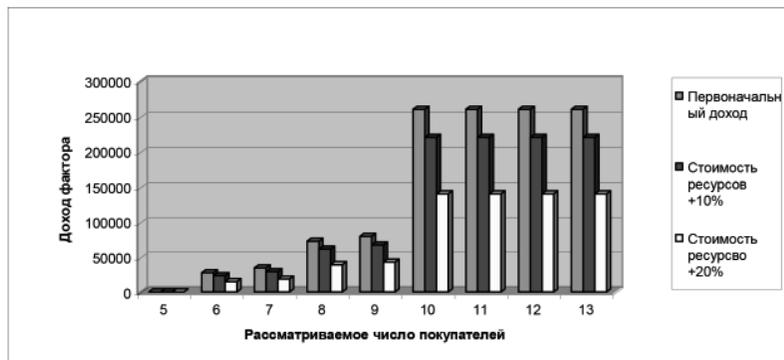


Рис. 12.9. Сравнительная диаграмма дохода фактора при изменении стоимости ресурсов при непрерывных ограничениях

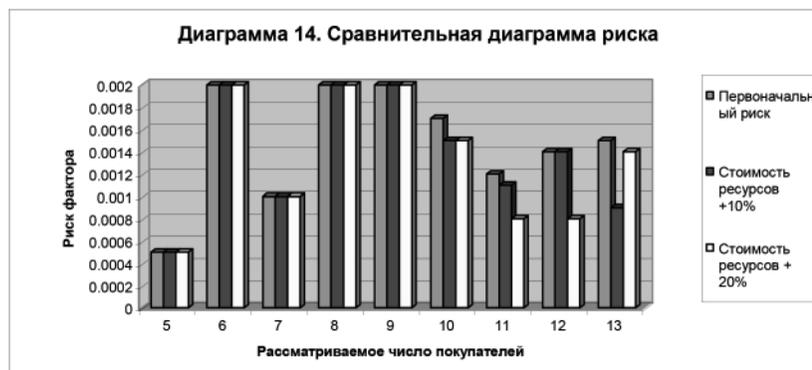


Рис. 12.10. Сравнительная диаграмма риска при изменении стоимости ресурсов при непрерывных ограничениях

Заключение

Факторинговые операции получают все большее распространение как во всем мире, так и в Российской Федерации. На текущем этапе развития факторингового рынка в нашей стране существует отставание от факторингового рынка Европы и по количественным (объему рынка), и по качественным показателям (законодательная база). Но несмотря на разницу в развитии данной сферы, каждый участник факторинговых отношений (фактор и его клиент) получает явные преимущества и извлекает выгоду из такого сотрудничества не только финансового характера, но в более широком плане. Например, увеличение оборота продаж, привлечение новых покупателей, страхование от риска неплатежа — это выгоды, которые может получить клиент фактора из факторингового обслуживания. Невысокая конкуренция на рынке факторинга, свободные продуктовые и ценовые ниши, высокий спрос на факторинговые услуги (большое количество потенциальных клиентов) — это привлекательные факты для финансового агента.

В результате проведенного в работе исследования факторинговой области были решены поставленные в начале задачи и сформулированы следующие выводы и предложения:

1. В работе исследованы правовые основы регулирования факторинга в нашей стране и в мировой практике. Сделаны выводы о необходимости совершенствования и углубления теоретической и методологической стороны факторинговых услуг с целью приближения к мировым стандартам, уже прошедшим проверку практикой в течении десятилетий, а также в целях достижения унификации и необходимого контроля за деятельностью факторов, например, по средствам разработки общепринятых методик оценки риска. Сделан вывод о недостаточной открытости и обмене информацией между факторами, и сформулировано предложение по созданию бюро «факторинговых» историй для консолидирования фактов неплатежей, случаев мошенничества и возможности доступа к таким данным.

2. Определен список трудностей и проблем, существующих на данном этапе развития факторинговой сферы в России, с которыми приходится сталкиваться факторам в процессе своей деятельности. Обозначены причины возникновения текущих трудностей. Произведено разделение проанализированных проблем на две группы: проблемы, которые необходимо решать на уровне страны, и сложности, с которыми финансовые агенты могут справиться собственными силами. Также представлены различные предложения по преодолению определенных проблем. Обозначены

выгоды и преимущества, получаемые участниками от заключения договора факторинга.

3. Произведена детальная классификация факторинговых услуг в России и дана сравнительная оценка существующей в нашей стране продуктовой линейки с факторинговыми продуктами, предлагаемыми международными факторами на зарубежных рынках. Сделан вывод о том, что главной причиной различия в популярности тех или иных видов факторинговых продуктов, предлагаемых международными и российским факторами, является экономическая ситуация: для развивающихся стран актуальны продукты без принятия риска фактором на себя или его определенным ограничением, для развитых государств, наоборот — факторы берут на себя больше рисков клиентов. Автором также сделана оценка изменения факторингового предложения в РФ и освещены возможные тенденции развития спроса.

4. В работе проведено подробное исследование рисков, возникающих у финансовых агентах и присущих различным факторинговым схемам финансирования, выявлена специфика рисков факторинговых продуктов. Уделено внимание различным распространенным схемам мошенничества, которые известны на рынке факторинга и должны учитываться факторами. Сделан вывод о том, что не все риски носят систематический характер и оценку определенных рисков не просто произвести, необходима разработка адекватных специфических систем анализа и учета факторинговых рисков.

5. Осуществлен обзор существующих систем риск-менеджмента в факторинговых компаниях и банках на настоящий момент и проанализированы их достоинства и недостатки. Выявлено, что системы риск-менеджмента факторов исторически основаны на банковской методологии оценки, которая не является достаточной при оказании услуг факторинга, фактору необходимо учитывать специфику продукта (наличие помимо клиента в сделке конечного должника-дебитора), иными словами проводить полноценный анализ обоих: и поставщика, и покупателя.

6. Для разработки методики управления факторинговым портфелем рассмотрены классические (линейные) модели оптимизации портфелей активов, широко применяемые на практике на рынке ценных бумаг в течение десятилетий. Особое внимание уделено анализу методик оценки риска и доходности портфелей активов. Сделан вывод о возможности применения данных методологических разработок к факторинговым портфелям двух уровней: факторинговому портфелю клиента и факторинговому портфелю фактора, который включает первые портфели всех его клиентов.

7. Определены возможные варианты эффективности факторингового портфеля клиента для фактора — минимизация риска при ограничении на лимиты финансирования и максимизация доходности при ограничении риска в зависимости от этапов развития факторинговой организации. Сделан вывод о том, что начинающие факторинговые компании (банки) заинтересованы в максимизации доходности, а после того, как они сформируют достаточный собственный факторинговый портфель, факторы становятся ориентированными на минимизацию риска.

8. Обозначены и связаны друг с другом множество параметров факторингового портфеля клиента (факторинговая сделка фактора с клиентом) по средствам формирования оптимизационной задачи. Применение линейных методов по поиску оптимального решения к факторинговой сделке теоретически обосновано в одиннадцатом разделе книги; в расчетной части работы практически сформированы оптимальные портфели для существующего клиента фактора при различных условиях.

9. Детально разработаны линейные методы оптимизации факторинговых портфелей клиента фактора по минимизации риска портфеля при ограничении на лимит финансирования и по максимизации общей доходности портфеля при ограничении на его риск, используемые КБ «БНП Париба Восток» ООО. Проведено исследование разработанных моделей на устойчивость, что является важным критерием при меняющихся условиях внешней среды, на которую финансовые агенты не могут воздействовать, и что позволяет факторам адаптировать оптимальные варианты и отслеживать влияние изменений внешних факторов на сформированные оптимальные портфели (заключенные факторинговые сделки с определенным набором дебиторов).

10. Сформулированы модели оптимизации проекта строительства и эксплуатации склада с учетом параметра риска, которые могут быть также использованы факторами при заключении факторинговых сделок с девелоперами и уступки их задолженности перед подрядчиками финансовому агенту в целях сокращения длинных сроков отсрочки, которые свойственны таким долгосрочным проектам. Сделан вывод о том, что в текущих условиях преодоления последствий экономического кризиса факторы не заинтересованы в заключении договоров факторинга с продолжительными сроками отсрочки платежей (более 90–120 дней), более надежным является краткосрочное финансирование с отсрочками не более 60 дней.

В завершении хотелось бы отметить, что факторинг используется интенсивнее в развивающихся странах. До кризиса ликвидности 2008 года увеличение рынка факторинга в России составляло

стабильно более 100% ежегодно. Кризис вскрыл узкие места в этой области: увеличились сроки просроченных платежей, упали объемы продаж клиентов факторов, а следовательно, и обороты самих финансовых агентов, участились случаи мошенничества, некоторые факторы приостановили временно свою деятельность, другие — закрылись. Но несмотря на перечисленные выше факты, факторинг является перспективным сегментом отечественного финансового рынка, о чем свидетельствуют исследование и выводы настоящей работы, а также надежным продуктом при использовании факторами адаптированных и адекватных текущей ситуации методик оценки клиентов и их дебиторов.

Библиографический список

Официальные документы, законодательные и нормативно-правовые акты

1. Конституция Российской Федерации. Принята на всенародном голосовании 12 декабря 1993 года [Текст].
2. Гражданский кодекс РФ (часть первая) от 30.11.1994. № 51-ФЗ [Текст].
3. Гражданский кодекс РФ (часть вторая) от 26.01.1996. № 14-ФЗ [Текст].
4. Налоговый кодекс РФ (часть первая) от 31.07.1998. № 146-ФЗ [Текст].
5. Налоговый кодекс РФ (часть вторая) от 05.08.2000. № 117-ФЗ [Текст].
6. Федеральный закон от 02.12.1990 № 395-1 «О Банках и банковской деятельности» (в редакции от 03.05.2006) [Текст].
7. Федеральный закон от 10.07.2002 № 86 «О центральном банке РФ (Банке России)» (в редакции от 03.05.2006) [Текст].
8. Федеральный закон от 08.08.2001 № 128 «О лицензировании отдельных видов деятельности» (в редакции от 02.07.2005) [Текст].
9. Положение ЦБ РФ от 25.03.2004 № 254-П «О порядке формирования кредитными организациями резерва на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности» [Текст].
10. Положение Банка России от 26.03.2007 № 302-П «О правилах ведения бухгалтерского учета в кредитных организациях расположенных на территории Российской Федерации» [Текст].
11. Федеральный закон от 09.04.2009 № 56-ФЗ «О внесении изменений в статью 825 части второй Гражданского кодекса Российской Федерации, и признании утратившей силу статьи 10 Федерального закона “О введении в действие части второй Гражданского кодекса Российской Федерации”» [Текст].
12. Федеральный закон от 10.12.2003 № 173-ФЗ «О валютном регулировании и контроле» (принят ГД ФС РФ 21.11.2003) [Текст].
13. Федеральный закон от 07.08.2001 № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» [Текст].
14. Конвенция УНИДРУА по международным факторным операциям (заключена в г. Оттаве 28.05.1988) [Текст].
15. Постановление ВАС РФ от 30.06.1998 № 955/9 [Текст].
16. Постановление ФАС Московского округа от 25.03.2003 № КГ-А41/1557-03 [Текст].
17. Письмо Управления МНС РФ по г. Москве от 13.09.2000 № 03-12/38825 «Об осуществлении деятельности по договору факторинга» [Текст].

Монографии, учебники, справочники, диссертации, статьи

18. Ламберт, Д. Стратегическое управление логистикой [Текст] / Д. Ламберт, Дж. Сток. — М.: ИНФРА-М, 2005.
19. Экономико-математические модели в системе управления предприятиями [Текст]: учебник / под ред. Г.П. Федоренко, И.П. Шубкиной. — М.: Наука, 1983.
20. Финансовый менеджмент: теория и практика [Текст]: учебник / под ред. Е.С. Стояновой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Перспектива, 2004.

21. Титов, В.В. Моделирование финансово-экономической деятельности и развития корпораций [Текст] / В.В. Титов. — Новосибирск: НГУ, 2002.
22. Миклашевский, А.М. Оптимизация производственной программы промышленного предприятия на примере предприятий промышленности строительных материалов [Текст] / А.М. Миклашевский. — Новосибирск: НГУ, 2002.
23. Морозко, Н.И. Финансовый менеджмент [Текст] / Н.И. Морозко. — М.: ВГНА Минфина России, 2009.
24. Лычагин, М.В. Моделирование финансовой деятельности предприятия [Текст] / М.В. Лычагин, Н.Б. Мироносский. — Новосибирск: Наука, 1986.
25. Косоруков, О.А. Исследование операций [Текст] / О.А. Косоруков, А.В. Мищенко. — М.: Экзамен, 2003.
26. Дедов, О.А. Управление крупным многопрофильным промышленным предприятием: от проблем к решению [Текст] / О.А. Дедов // Проблемы региональной экономики. — № 4-6. — Ижевск, 2002.
27. Баканов, М.И. Теория экономического анализа [Текст] / М.И. Баканов, А.Д. Шеремет. — М., 2002.
28. Бланк, И.А. Основы финансового менеджмента. Т. 1 [Текст] / И.А. Бланк. — К.: Ника-Центр, 1999.
29. Шапиро, Дж. Моделирование цепей поставок [Текст] / Дж. Шапиро. — СПб., 2007.
30. Адамова, К.Р. Форфейтинг от А до Я [Текст] / К.Р. Адамова. — М.: Финансы и Кредит, 2003.
31. Азимица, Е.В. Факторинг как инструмент сетевого управления эффективностью рабочего капитала [Текст] / Е.В. Азимица // Финансовый менеджмент. — 2016. — № 2.
32. Алексанова, Ю.А. Международный факторинг: проблемы валютного регулирования и контроля [Текст] / Ю.А. Алексанова // Финансы. — 2002. — № 8.
33. Андреева, Л. Договор финансирования под уступку денежного требования [Текст] / Л. Андреева // Бухгалтерский учет. — 2004. — № 11.
34. Аранович, А.Б. Сборник задач по исследованию операций: учебное пособие для студентов экономических специальностей вузов [Текст] / А.Б. Аранович, М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. — М.: Изд-во МГУ, 1997.
35. Афанасьев, М.Ю. Исследование операций в конкретных ситуациях [Текст] / М.Ю. Афанасьев, Б.П. Суворов. — М.: ТЕИС, 1999.
36. Бекларян, Л.А. Модель функционирования факторинговых операций [Текст] / Л.А. Бекларян // Экономика и математические методы. — 2002. — № 4.
37. Белоглазова, Г.Н. Деньги, кредит, банки [Текст] / Г.Н. Белоглазова. — М.: Теис, 2004.
38. Братко, А.Г. Факторинг: быть или не быть? [Текст] / А.Г. Братко // Бизнес и банки. — № 39. — 2005, октябрь.
39. Бунич, Г.А. Факторинг, как современный механизм кредитования предприятий малого и среднего бизнеса [Текст] / Бунич Г.А. Ровенский Ю.А. // Экономика и предпринимательство. — № 8-4. — 2017.
40. Бурова, М.Е. Факторинг [Текст] / М.Е. Бурова. — М., 1999.
41. Васин, А.С. Учет динамики платежей при анализе факторинговых операций [Текст] / А.С. Васин // Финансы и кредит. — 2006. — № 22.

42. *Волков А.С.* Искусство финансирования бизнеса. Выбор оптимальных схем [Текст] / А.С. Волков. — М.: Вершина, 2003.
43. *Гасников, К.Д.* Договор финансирования под уступку денежного требования (факторинг) по праву России и Англии [Текст] / К.Д. Гасников. — М.: Юрист, 2005.
44. *Голикова, Е.И.* Факторинг: актуальные вопросы права, учета и налогообложения [Текст] / Е.И. Голикова. — М.: Вершина, 2008.
45. *Гришаев, С.П.* Договор факторинга [Текст] / С.П. Гришаев // Деньги и кредит. — 11. — 2001.
46. *Гришина, О.В.* Лицензирование факторинговых операций [Текст] / О.В. Гришина, А.А. Земцов, П.А. Самиев // Аудитор. — № 8. — 2006.
47. *Гришина, О.В.* Российский рынок факторинга [Текст] / О.В. Гришина, А.А. Земцов, П.А. Самиев // Аудитор. — № 8. — 2006.
48. *Гришина, О.В.* Факторинг как комплекс банковских и страховых услуг [Текст] / О.В. Гришина // Банковское дело. — 2007. — № 4.
49. *Гурнович, Т.Г.* Факторинг, как ключевой фактор развития производства [Текст] / Т.Г. Гурнович, Е.Г. Чистуха // Экономические исследования и разработки. — № 5. — 2016.
50. *Данилин, В.И.* Финансовое и операционное планирование в корпорации [Текст] / В.И. Данилин. — М.: РАНХиГС, 2014.
51. *Жуков, Е.Ф.* Трасовые и факторинговые операции коммерческих банков [Текст] / Е.Ф. Жуков. — М.: Консалтбанкир, 1999.
52. *Жуков, Е.Ф.* Банки и небанковские кредитные организации и их операции [Текст] / Е.Ф. Жуков. — М.: Вузовский учебник, 2003.
53. *Завидов Б.* Договоры банковской гарантии, факторинга и простого товарищества [Текст] / Б. Завидов, О. Гусев. — М.: Приор, 2002.
54. *Ивасенко, А.Г.* Факторинг [Текст] / А.Г. Ивасенко. — М.: Вузовская книга, 1999.
55. *Ивлев, А.* Технологии международных факторинговых операций [Текст] / А. Ивлев // Банковские технологии. — 2003. — № 4.
56. Исследование компании PricewaterhouseCoopers по итогам работы факторов 2008 года // Долги приносят доход. Факторинг в России — 2008.
57. *Карташкин, А.* Факторинг как окно в Европу [Текст] / А. Карташкин // Финансист. — 1999. — № 37.
58. *Катвицкая, М.* Договор факторинга [Текст] / М. Катвицкая // МИМЭО. Право и экономика. — 2008. — № 4.
59. *Коган, М.Л.* Предприятие и банк: операции и сделки, права и обязанности [Текст] / М.Л. Коган. — М., 2001.
60. *Кожина, Л.* Развитие факторинговых услуг в России [Текст] / Л. Кожина, В. Московин // Инвестиции в России. — № 8. — 2007.
61. *Косой, А.М.* Способы платежа [Текст] / А.М. Косой // Деньги и кредит. — 2000. — № 2.
62. *Косоруков, О.А.* Исследование операций [Текст] / О.А. Косоруков, А.В. Мищенко. — М.: Экзамен, 2003.
63. *Котенков П.Р.* Тенденции развития факторинга в России нового времени [Текст] / П.Р. Котенков, М.Д. Лиховидов. — М.: Новый экономист, 2002.
64. *Кубатов, С.Ю.* Факторинг как форма развития предпринимательства в России диссертационная работа [Текст] / С.Ю. Кубатов. — М., 2007.
65. *Кувшинова, Ю.А.* Этапы развития факторинга: история и современность [Текст] / Ю.А. Кувшинова // Финансы и Кредит. — № 30 (168). — 2004.
66. *Лапуста, М.Г.* Риски в предпринимательской деятельности [Текст] / М.Г. Лапуста. — М.: Инфра-М, 2003.
67. *Люу, Ю.Д.* Методы и алгоритмы финансовой математики [Текст] / Ю.Д. Люу. — М.: БИНОМ, 2007.
68. *Майорова, Е.* Методика учета факторинговых операций банка [Текст] / Е. Майорова // Бухгалтерия и банки. — 2005. — № 3.
69. *Мищенко, А.В.* Методы и модели управления ограниченными ресурсами в логистике [Текст] / А.В. Мищенко. — М.: ИНФРА-М, 2018.
70. *Мищенко, А.В.* Оптимизационные модели управления финансовыми ресурсами предприятия [Текст] / А.В. Мищенко, Е.В. Виноградова. — М.: РИОР Инфра-М, 2015.
71. *Мищенко, А.В.* Разработка программного средства для поиска оптимального портфеля оптовых закупок торгового предприятия [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев // Прикладная информатика. — 2018. — № 3.
72. *Мищенко, А.В.* Модели управления инвестиционными ресурсами при создании нового промышленного предприятия [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев // Аудит и финансовый анализ. — 2015. — № 3.
73. *Мищенко, А.В.* Модель управления инвестиционными ресурсами при создании нового промышленного предприятия с учетом износа оборудования [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Материалы симпозиума. Секция 2. Модели и методы разработки стратегии предприятий. — М.: ЦЭМИ РАН, 2015.
74. *Мищенко, А.В.* Оптимизация решений в области управления портфелем оптовых закупок в логистике [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев // Логистика сегодня. — 2016. — № 1.
75. *Мищенко, А.В.* Методы и модели управления работами инновационного проекта с учетом неопределенности и риска [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев // Аудит и финансовый анализ. — 2014. — № 6.
76. *Мищенко, А.В.* Методы и модели управления инвестициями в логистике [Текст] / А.В. Мищенко. — М.: ИНФРА-М, 2016.
77. *Никитин, А.В.* Развитие факторинговых операций в коммерческих банках России [Текст] / А.В. Никитин, Д.А. Ковалев // Финансовый бизнес. — 2005, май-июнь.
78. *Никифоров, А.В.* Факторинг как система финансового и организационного обслуживания товарного кредита [Текст]: диссертационная работа / А.В. Никифоров. — СПб., 2006.
79. *Новоселова, Л.* Сделки уступки права (требования) в коммерческой практике. Факторинг [Текст] / Л. Новоселова. — М.: Статут, 2003.
80. *Оленин, А.Е.* Финансирование под уступку денежного требования [Текст] / А.Е. Оленин // Аудиторские ведомости. — № 7. — 2001.
81. *Орехов, С.А.* Факторинг. Управление корпоративными финансами [Текст] / С.А. Орехов, В.В. Афонин, С.В. Леонтьев. — М.: Компания Спутник, 2003.
82. *Петерс, Э.* Фрактальный анализ финансовых рынках [Текст] / Э. Петерс. — М.: Интернет-трейдинг, 2004.
83. *Петерс, Э.* Хаос и порядок на рынках капитала [Текст] / Э. Петерс. — М.: МИР, 2000.

84. *Покаместов, И.Е.* Эффективная организация факторингового бизнеса [Текст]: диссертационная работа / И.Е. Покаместов. — М., 2007.
85. *Покаместов, И.Е.* Факторинг [Текст]: учебное пособие / И.Е. Покаместов. — М., 2004.
86. *Покаместов, И.Е.* Факторинг: Продажи, технологии, риск-менеджмент [Текст]: практическое пособие / И.Е. Покаместов, Д.А. Патрин, М.М. Родионов, М.О. Стешина. — М.: Регламент, 2008.
87. *Покаместов, И.Е.* Эффективное управление рисками при осуществлении факторинговых операций [Текст] / И.Е. Покаместов, Л.М. Кожина // Страховое дело. — 2007, №4.
88. *Покаместов, И.Е.* Рынок факторинга зарубежных стран [Текст] / И.Е. Покаместов // Банковское кредитование. — 2007. — № 2.
89. *Покаместов, И.Е.* Факторинг. Международный опыт [Текст] / И.Е. Покаместов // Журнал управление компаниями (ЖУК). — 2006. — № 11.
90. *Покаместов, И.Е.* Международный опыт осуществления факторинговых операций [Текст] / И.Е. Покаместов // Финансовый бизнес. — 2007, март-апрель.
91. *Полякова, О.И.* Факторинг как эффективный инструмент кредитования в условиях кризиса [Текст] / О.И. Полякова, О.А. Хачатрян // Евразийский юридический журнал. — 2016. — № 12.
92. *Пристансков, Д.В.* Цессия в практике банковского кредитования [Текст] / Д.В. Пристансков // Законодательство. — № 3. — 2008.
93. *Пушторский, С.Е.* Экономический вестник фармации [Текст] / С.Е. Пушторский. — 2002. — № 9 (55).
94. *Самойлова, Л.Б.* Факторинг в управлении дебиторской задолженностью [Текст] / Л.Б. Самойлова, Р.М. Магомедова // Транспорт и сервис. — 2016. — Том 4.
95. *Соколова, С.* Пять фактов о факторинге [Текст] / С. Соколова // Экономический вестник фармации. — 2004. — № 2.
96. *Смирнов, И.* Факторинг на рынке фармации: плюсы очевидны [Текст] / И. Смирнов // Экономический вестник фармации. — 2003. — № 9.
97. *Суханов, М.* Деньги, кредит, банки [Текст] / М. Суханов. — М.: Юрайт-Издат, 2003.
98. *Трейвиш, М.И.* Модели анализа эффективности и надежности факторинговых операций: диссертационная работа [Текст] / М.И. Трейвиш. — М., 1997.
99. *Трейвиш М.И.* Факторинг [Текст] / М.И. Трейвиш // Финансист. — 2004. — № 5.
100. *Уильям, Ф.Ш.* Инвестиции [Текст] / Ф.Ш. Уильям, Дж.А. Гордон, В.Б. Джеффри. — М.: ИНФРА-М, 2003.
101. *Хромов, М.* Дебиторка. Возврат, управление, факторинг [Текст] / М. Хромов. — СПб.: Питер, 2008.
102. *Челноков, В.* Банки и банковские операции [Текст] / В. Челноков. — М.: Высшая школа, 2003.
103. Эксперт РА «Энциклопедия. Экспертиза рынка факторинга» [Текст]. — М., 2008.
104. Эксперт РА «Российский рынок факторинга — 2006» [Текст]. — М., 2007.
105. *Эрделевский, А.М.* Цессия и факторинг [Текст] / А.М. Эрделевский // БиНО: Некоммерческие организации. — 2002. — № 10. — С. 57.
106. *Эрделевский, А.М.* Правовые проблемы факторинга [Текст] / А.М. Эрделевский // Финансы. — 2003. — № 2.
107. *Шапиро, Дж.* Моделирование цепей поставок [Текст] / Дж. Шапиро. — СПб.: Питер, 2006.
108. Корпоративная логистика [Текст] / под ред. В.И. Сергеева. — М.: ИНФРА-М, 2006.
109. *Ламберт, Д.* Стратегическое управление логистикой [Текст] / Д. Ламберт, Д. Сток. — М.: ИНФРА-М, 2005.
110. Основы финансового менеджмента [Текст] / Дж.К. Ван Хорн, Дж. Вавхович мл. — М.: «И.Д. Вильямс», 2008.
111. Методы оптимизации управления кредитными ресурсами предприятия в условиях неопределенности и риска [Текст] / А.В. Мищенко, А.С. Сазонова // Финансы и кредит. — 2010. — № 11.
112. Корпоративная логистика [Текст] / под ред. В.И. Сергеева. — М., ИНФРА-М, 2004.
113. *Сток, Д.* Стратегическое управление логистикой [Текст] / Д. Сток, Д. Ламберт. — М., ИНФРА-М, 2005.
114. *Мищенко, А.В.* Исследование операций [Текст] / А.В. Мищенко, О.А. Косоруков. — М. Экзамен, 2003.
115. *Дыбская, В.В.* Логистика [Текст]: учебник (Полный курс МВА) / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова. — М.: ЭКСМО, 2008.
116. *Иванов, Д.А.* Управление цепями поставок [Текст] / Д.А. Иванова. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 660 с.
117. *Мищенко, А.В.* Методы управления инвестициями в логических системах [Текст] / А.В. Мищенко. — М.: ИНФРА-М, 2010.
118. *Snyder, L.V.* Supply Chain Robustness and Reliability: Models and Algorithms: a Dissertation for the degree Doctor of Philosophy. Field of Industrial Engineering and Management Sciences [Текст] / L.V. Snyder. — Evanston, Illinois, December 2003.
119. *Breeden, D.T.* An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities [Текст] / D.T. Breeden // Journal of Financial Economics. — 7, September. — 1979.
120. *Breeden, D.T.* Empirical Tests of the Consumption-Oriented CAMP [Текст] / D.T. Breeden, M.R. Gibbons, and R.H. Litzenberger // Journal of Finance. — 44, June. — 1989.
121. *Chen, N.-F.* Some Empirical Tests of the Theory of Arbitrage Pricing [Текст] / N.-F. Chen // Journal of Finance. — 38, December. — 1983.
122. *Chen, N.-F.* Economic Forces and the Stock Market [Текст] / N.-F. Chen, R. Roll and S.A. Ross // Journal of Business. — 59, July. — 1986.
123. *Fama, E.* The Behavior of Stock Market Prices [Текст] / E. Fama // Journal of Business. — 15. — 1965.
124. *Fama, E.* Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical [Текст] / E. Fama // Work. The Journal of Finance. — Vol. 25. — No. 2. — Papers and Proceedings of the Twenty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association. — New York, December, 1969.
125. *Fama, E.F.* The Adjustment of Stock Prices to New Information [Текст] / E.F. Fama, L. Fisher, M.C. Jensen, R. Roll // International Economic Review. — February. — 1969. — Vol. 10. — No. 1.

Приложения

126. *Markowitz H.* Portfolio selection [Текст] / H. Markowitz // The journal of finance. – Vol. VII. – No. 1. – March, 1952.
127. *Richard, R.J.* An Empirical [Текст] / R.J. Richard, A.R. Stephen // The journal of finance. – Vol. XXXV. – No. 5. – December, 1980.
128. *Roll, R.* A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests. Part 1: On Past and Potential Testability of the Theory [Текст] / R. Roll // Journal of Financial Economics. – 4, March. – 1977.
129. *Roll, R.* An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory [Текст] / R. Roll, S.A. Ross // Journal of Finance. – 35, December. – 1980.
130. *Ross, S.A.* The Current State of the Capital Asset Pricing Model (CAPM) [Текст] / S.A. Ross // Journal of Finance. – Issue 3. – June, 1978.
131. *Ross, S.A.* The Arbitrage Pricing Theory of Capital Asset Pricing [Текст] / S.A. Ross // Journal of Economic Theory. – December, 1976.
132. *Tobin, J.* Asset markets and the cost of capital. In economic progress, Private Values and Public policy [Текст] / J. Tobin, W. Brainard. – New York: North Holland Publishing Company, 1977.
133. *William, F.* Sharpe Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk [Текст] / F. William // Journal of Finance. – Issue 3. – September, 1964.
134. World Factoring Yearbook 2007/08 [Текст] / publ. by M. Bickers, ed. by R. Clarke, Secretary General J. Kohnstamm; Factors Chain International, Introduction.

Интернет-ресурсы

135. <http://asfact.ru> [Электронный ресурс].
136. <http://www.bankir.ru> [Электронный ресурс].
137. <http://www.cbr.ru> [Электронный ресурс].
138. <http://www.consultant.ru> [Электронный ресурс].
139. <http://www.factoring.org> [Электронный ресурс].
140. <http://www.factoring.ru> [Электронный ресурс].
141. <http://www.factoringpro.ru> [Электронный ресурс].
142. <http://www.factorings.ru> [Электронный ресурс].
143. <http://www.factorscan.com> [Электронный ресурс].
144. <http://www.factors-chain.com> [Электронный ресурс].
145. http://factoring.qifs.com/html/legal_terms.html [Электронный ресурс].
146. <http://www.finansy.ru> [Электронный ресурс].
147. <http://www.ifgroup.com> [Электронный ресурс].
148. <http://www.mfd.ru/> [Электронный ресурс].
149. <http://www.nikoil.ru> [Электронный ресурс].
150. <http://www.raexpert.ru> [Электронный ресурс].
151. http://www.elitarium.ru/2008/12/12/finansirovaniye_organizacii.html – Шербаков, В.А. Способы финансирования деятельности организации [Электронный ресурс].
152. http://www.elitarium.ru/2010/04/19/finansirovaniye_organizacii.html – Пещанская, И.В. Модели финансирования текущей деятельности организации [Электронный ресурс].
153. <http://www.niiepr.ru/> – официальный сайт ФГУП «НИИЭМП» [Электронный ресурс].

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Затраты ресурсов на производство одной единицы продукции

Ресурс	Затраты (кг, м)									
	HP1-17	HP1-22	HP1-33	HP1-43	HP1-53	HP1-54	HP1-55	HP1-60		
Кермет К20С	0,0000170	0,0000100	0,0000152	0,0000170	0,0000050	0,0000070	0,0000030	0,0000009		
Дозированные гранулы алюминия	0,0000320	0,0000190	0,0000291	0,0000320	0,0000096	0,0000137	0,0000057	0,0000017		
Краска черная МА-514	0,0000400	0,0000240	0,0000400	0,0000400	0,0000200	0,0000200	0,0000000	0,0000000		
Лак ЭП-730	0,0002400		0,0002400	0,0002400	0,0001000	0,0001000	0,0000000	0,0001000		
Паста У2	0,0000370	0,0000061	0,0000061	0,0000370	0,0003710	0,0002610	0,0001490	0,0000000		
Катализатор №28	0,0000008	0,0000012	0,0000012	0,0000008	0,0000080	0,0000080	0,0000050	0,0000030		
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,0000008	0,0000012	0,0000012	0,0000008	0,0000080	0,0000080	0,0000050	0,0000030		
Толуол	0,0000114	0,0000400		0,0000114	0,0001140	0,0001140	0,0000790	0,0000450		
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,0000000	0,0002400	0,0004700	0,0000026	0,0006933	0,0009240	0,0057200	0,0001540		

Время обработки изделий на различном оборудовании

Изделие	Время обработки, ч.				
	УВН71-ПЗ	Термокамера	Термостат	Установка сварки	Установка совмещения и экспонирования
HP1-17	107,52941	365,6	100,54	50,27	45,7
HP1-22	186,82353	635,2	174,68	87,34	79,4
HP1-33	82,352941	280	77	38,5	35
HP1-43	26,352941	89,6	24,64	12,32	11,2
HP1-53	450,82353	1532,8	421,52	210,76	191,6
HP1-54	208	707,2	194,48	97,24	88,4
HP1-55	237,41176	807,2	221,98	110,99	100,9
HP1-60	35,764706	121,6	33,44	16,72	15,2
Итого	1335,0588	4539,2	1248,28	624,14	567,4

Затраты электро- и теплоэнергии для различного оборудования

Оборудование	Затраты, руб.	
	электроэнергия	теплоэнергия
УВН71-ПЗ	15019,41176	0
Термокамера	30639,6	3959,54416
Термостат	8425,89	1172,634232
Установка сварки	2106,4725	0
Установка совмещения и экспонирования	468,105	0
Итого	56659,47926	5132,178392

Потребление и запас ресурсов

Наименование ресурса	Потребление ресурсов по модели	Запас ресурса
Кермет К20С	0,0418648	0,1
Дозированные гранулы алюминия	0,0799931	0,08
Краска черная МА-514	0,111816	0,2
Лак ЭП-730	0,51576	0,9
Паста У2	1,1199324	1,12
Катализатор №28	0,029729	0,1
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,029729	0,1
Толуол	0,4439976	0,49
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	8,295481228	57

Затраты ресурсов на производство расчетного количества изделий

Ресурс	Затраты (кг, м)									
	HP1-17	HP1-22	HP1-33	HP1-43	HP1-53	HP1-54	HP1-55	HP1-60		
Кермет К20С	0,007769	0,00794	0,00532	0,001904	0,00958	0,006188	0,003027	0,0001368		
Дозированные гранулы алюминия	0,014624	0,015086	0,010185	0,003584	0,018394	0,012111	0,005751	0,0002584		
Краска черная МА-514	0,01828	0,019056	0,014	0,00448	0,03832	0,01768	0	0		
Лак ЭП-730	0,10968	0	0,084	0,02688	0,1916	0,0884	0	0,0152		
Паста У2	0,016909	0,004843	0,002135	0,004144	0,710836	0,230724	0,150341	0		
Катализатор №28	0,000366	0,000953	0,00042	8,96E-05	0,015328	0,007072	0,005045	0,000456		
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,000366	0,000953	0,00042	8,96E-05	0,015328	0,007072	0,005045	0,000456		
Толуол	0,00521	0,03176	0	0,001277	0,218424	0,100776	0,079711	0,00684		
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0	0,19056	0,1645	0,000291	1,328426	0,816816	5,77148	0,023408		

Затраты ресурсов на производство одной единицы продукции

Ресурс	Затраты (кз, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Кермет К20С	0,0000 170	0,0000 100	0,0000 152	0,0000 170	0,0000 050	0,0000 070	0,0000 030	0,0000 009	0,0000 000	0,0000 045	0,0000 380	0,0000 380	0,0002 270
Дозированные гранулы алюминия	0,0000 320	0,0000 190	0,0000 291	0,0000 320	0,0000 096	0,0000 137	0,0000 057	0,0000 017	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 730	0,0000 000	0,0001 250
Краска черная МА-514	0,0000 400	0,0000 240	0,0000 400	0,0000 400	0,0000 200	0,0000 200	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 384	0,0000 384	0,0000 000
Лак ЭП-730	0,0002 400		0,0002 400	0,0002 400	0,0001 000	0,0001 000	0,0001 000	0,0001 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0002 000	0,0002 000	
Паста У2	0,0000 370	0,0000 061	0,0000 061	0,0000 370	0,0003 710	0,0002 610	0,0001 490	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 061	0,0000 061	0,0001 480
Катализатор №28	0,0000 008	0,0000 012	0,0000 012	0,0000 008	0,0000 080	0,0000 080	0,0000 050	0,0000 030	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 012	0,0000 012	0,0000 032
Гидрофоби-жид. 136-41	0,0000 008	0,0000 012	0,0000 012	0,0000 008	0,0000 080	0,0000 080	0,0000 050	0,0000 030	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 012	0,0000 012	0,0000 454
Толуол	0,0000 114	0,0000 400	0,0000 000	0,0000 114	0,0001 140	0,0001 140	0,0000 790	0,0000 450	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 400	0,0000 400	0,0000 454
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,0000 000	0,0240 000	0,0470 000	0,0002 600	0,0693 333	0,0924 000	0,0572 000	0,0154 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0011 880	0,0000008	0,2400000

Продолжение таблицы

Ресурс	Затраты (кз, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Нефрас С 50/170	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000000	0,0003300
Припой ПОС-61	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0001 430	0,0020 000	0,0001 820	0,0000000	0,0000000
Канифоль сосновая	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 010	0,0000 000	0,0000 010	0,0000 010	0,0000010	0,0000010
Подложка ситалловая СТ 50-1-1-0,6	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,1830 000	0,0440 000	0,1830 000	0,1830000	0,4036000
Проволока кр.Зл. 999,9-0,04	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 016	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000000	0,0000000
Аноды серебряные	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 394	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000
Дицианодар-гентаг калия	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 727	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000
Прессматериал АИ-4В	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 300	0,0029 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000
Смола эпоксидная ЭД-20	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 250	0,0001 000	0,0000 000	0,0000 490	0,0000 520	0,0000 210

Ресурс	Затраты (кг, м)													
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	НР1-313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т	
Пластик-физкат/ДФБФ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Полиэтилен-полиамин	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Сигалл ЭА-1-Б	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Компаунд КЭ-14В	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Лента Л63 ДПрНТ 0,15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Проволока медная Ø 0,6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Кристалл Б572ПП1-4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Никель НПА-1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Гелий	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000

Затраты ресурсов на производство расчетного количества изделий

Ресурс	Затраты (кг, м)													
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	НР1-313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т	
Кермет К20С	0,0077	0,0079	0,0053	0,0057	0,0045	0,0023	0,0004	0,0003	0,0099	0,0007	0,0574	0,0707	0,4122	
Дозированные гранулы алюминия	0,0146	0,0150	0,0101	0,0108	0,0086	0,0046	0,0009	0,0006	0,0206	0,0000	0,1103	0,0000	0,2270	
Краска черная МА-514	0,0182	0,0190	0,0140	0,0136	0,0180	0,0067	0,0000	0,0000	0,0124	0,0000	0,0580	0,0714	0,0000	
Лак ЭП-730	0,1096	0,0000	0,0840	0,0816	0,0900	0,0335	0,0000	0,0386	0,0000	0,0000	0,3024	0,3721	0,0000	
Паста У2	0,0169	0,0048	0,0021	0,0125	0,3340	0,0876	0,0239	0,0000	0,0434	0,0000	0,0092	0,0113	0,2688	
Катализатор №28	0,0003	0,0009	0,0004	0,0002	0,0072	0,0026	0,0008	0,0011	0,0000	0,0000	0,0018	0,0022	0,0058	
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,0003	0,0009	0,0004	0,0002	0,0072	0,0026	0,0008	0,0011	0,0000	0,0000	0,0018	0,0022	0,0824	
Толуол	0,0052	0,0317	0,0000	0,0038	0,1026	0,0382	0,0127	0,0173	0,0000	0,0000	0,0604	0,0744	0,0824	
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,0000	19,056	0,0000	0,0884	62,4332	31,0316	9,1966	5,9522	0,0000	0,0000	1,7966	0,0014	435,90	
		000	000	000	500	160	160	540	000	000	124	888	240	

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР 310-311	ТРП	427 ПА2	427 ПА4	К427 ПА5Т
Нефрас – С 50/170	0,0000 000 000	0,5993 658 000											
Припой ПОС-61	0,0000 000 000	0,0355 112	0,3510 400	0,2752 386	0,0000 000 000	0,0000 000 000							
Канифоль сосновая	0,0000 000 000	0,0002 483	0,0001 755	0,0015 123	0,0018 610	0,0018 163							
Подложка сигналовая СТ 50-1-1-0,6	0,0000 000 000	45,4443 900	7,7228 800	276,75 090	340,56 117	733,04 253							
Проволока кр.Зл. 999,9 – 0,04	0,0000 000 000	0,0004 058	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Аноды серебряные	0,0000 000 000	0,0097 817	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Дицианоаргентат калия	0,0000 000 000	0,0180 472	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Прессматериал АГ-4В	0,0000 000 000	0,7276 069	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Смола эпоксидная ЭД-20	0,0000 000 000	0,0310 413	0,0000 000	0,0741 027	0,0967 715	0,0381 415							

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР 310-311	ТРП	427 ПА2	427 ПА4	К427 ПА5Т
Пластикфкат ДБФ	0,0000 000 000	0,0029 800	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Полиэтиленполиамин	0,0000 000 000	0,0029 800	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Ситалл ЭА-1-Б	0,0000 000 000	0,0310 413	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Компаунд КЭ-14В	0,0000 000 000	0,0774 790	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Лента Л63 ДПРНТ 0,15	0,0000 000 000	0,5065 932	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Проволока медная Ø 0,6	0,0000 000 000	0,0000 000	0,5265 600	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000							
Кристалл Б572ПП1-4	0,0000 000 000	0,0000 000	0,0000 000	1512,30 000	0,0000 000	1816,2 600							
Никель НПА-1	0,0000 000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,2707 017	0,0000 000	0,0000 000							
Гелий	0,0000 000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	0,0000 000	3,6325 200							

Затраты ресурсов на производство расчетного количества изделий

Изделие	Ресурс				
	УВН71-ПЗ	Термокамера	Термостат	Установка сварки	Установка совмещения и экспонирования
НР1-17	107,5294118	365,6	100,54	50,27	45,7
НР1-22	186,8235294	635,2	174,68	87,34	79,4
НР1-33	82,35294118	280	77	38,5	35
НР1-43	80	272	74,8	37,4	34
НР1-53	450,8235294	1532,8	421,52	210,76	191,6
НР1-54	208,4705882	708,8	194,92	97,46	88,6
НР1-55	47,52941176	161,6	44,44	22,22	20,2
НР1-60	35,76470588	121,6	33,44	16,72	15,2
313НР310-311	220,4705882	749,6	206,14	103,07	93,7
ТРП	76,94117647	261,6	71,94	35,97	32,7
427ПА2	45,88235294	156	42,9	21,45	19,5
427ПА4	12,23529412	41,6	11,44	5,72	5,2
К427ПА5Т	5,882352941	20	5,5	2,75	2,5
Итого	1560,705882	5306,4	1459,26	729,63	663,3

Затраты на электро — и теплоэнергию

Оборудование	Затраты, руб.	
	электроэнергия	теплоэнергия
УВН71-ПЗ	17557,94118	0
Термокамера	35818,2	4628,77272
Термостат	9850,005	1370,828844
Установка сварки	2462,50125	0
Установка совмещения и экспонирования	547,2225	0
Итого	66235,86993	5999,601564

Затраты на приобретение материально-сырьевых ресурсов при выпуске одной единицы продукции

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427 ПА2	427 ПА4	К427 ПА5Т
Кермет К20С	0,026 078	0,01 534	0,0233 168	0,026 078	0,00767	0,010 738	0,004 602	0,0013 806	0,06136	0,006 903	0,058 292	0,058 292	0,348 218
Дозированные графитовые электроды	0,0264 075	0,015 675	0,0240 075	0,0264	0,00792	0,0113 025	0,0047 025	0,0014 025	0,068475	0	0,060 225	0	0,103 125
Краска черная МА-514	0,16	0,096	0,16	0,16	0,08	0,08	0	0	0,2	0	0,1536	0,1536	0
Лак ЭП-730	0,0732	0	0,0732	0,0732	0,0305	0,0305	0	0,0305	0	0	0,061	0,061	0
Паста У2	0,0129 352	0,00213 256	0,00213 256	0,0129 352	0,1297 016	0,0912 456	0,0520 904	0	0,06118	0	0,00213 256	0,00213 256	0,0517 408
Катализатор №28	0,0032	0,0048	0,0048	0,0032	0,032	0,032	0,02	0,012	0,000172	0	0,0048	0,0048	0,0128
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,00048	0,00 072	0,00 072	0,00048	0,0048	0,0048	0,003	0,0018	0	0	0,00 072	0,00 072	0,02 724
Толуол	0,001644 678	0,0057 708	0	0,001644 678	0,01644 678	0,01644 678	0,0139 733	0,00649 215	0	0	0,0057 708	0,0057 708	0,006549 858
Алюминиевая проволока	0	0,0204	0,03 995	0,000221	0,058933 305	0,07 854	0,04 862	0,01 309	0	0	0,0010 098	0,00000 068	0,204

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427 ПА2	427 ПА4	К427 ПА5Т
Нефрас – С 50/170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018 348
Припой ПОС-61	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05029 167	0,70 338	0,06400 758	0	0
Канифоль сосновая	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00015	0,00 015	0,00015	0,00015	0,00015
Подложка ситалловая СТ 50-1-1-0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	15,555	3,74	15,555	15,555	34,306
Проволока кр.Зл. 999,9 – 0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002392 387	0	0	0	0
Аноды серебряные	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000716 502	0	0	0	0
Дицианоар-гентат калия	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001210 027	0	0	0	0
Прессматериал АГ-4В	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7325	0	0	0	0
Смола эпоксидная ЭД-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01863 125	0	0,00730 345	0,0077 506	0,00313 005

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427 ПА2	427 ПА4	К427 ПА5Т
Пластификат ДБФ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003132	0	0	0	0
Полиэтиленполиамин	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0012 792	0	0	0	0
Ситалл ЭА-1-Б	0	0	0	0	0	0	0	0	0,625	0	0	0	0
Компаунд КЭ-14В	0	0	0	0	0	0	0	0	1,890096	0	0	0	0
Лента Л63 ДПрНТ 0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6050 844	0	0	0	0
Проволока медная Ø 0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,855	0	0	0
Кристалл Б572ПП1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248,18	0	248,18
Никель НПА-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1668 638	0	0
Гелий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,425

Стоимость приобретения единицы и объем закупки материально-сырьевых ресурсов

<i>Наименование ресурса</i>	<i>Цена ресурса (руб.)</i>	<i>Объем закупки (ед.)</i>
Кермет К20С	1534	71
Дозированные гранулы алюминия	825	39
Краска черная МА-514	4000	187
Лак ЭП-730	305	15
Паста У2	349,6	426
Катализатор №28	4000	188
Гидрофобизир. жид. 136–41	600	28
Толуол	144,27	6
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,85	400
Нефрас – С 50/170	55,60	400
Припой ПОС-61	351,69	16
Канифоль сосновая	150,00	7
Подложка ситалловая СТ 50–1–1–0,6	85,00	125
Проволока кр.Зл. 999,9 – 0,04	1463,95	125
Аноды серебрянные	18,19	1
Дицианоаргентат калия	16,65	1
Прессматериал АГ-4В	250,00	2
Смола эпоксидная ЭД-20	149,05	2
Пластификат ДБФ	261,00	12
Полиэтиленполиамин	106,60	5
Ситалл ЭА-1-Б	5000,00	1
Компаунд КЭ-14В	6058,00	1
Лента Л63 ДПрНТ 0,15	296,61	2
Проволока медная Ø 0,6	285,00	2
Кристалл Б572ПП1–4	248,18	200
Никель НПА-1	932,20	200
Гелий	712,50	33

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

Параметры оптимизационной модели

<i>№ п/п</i>	<i>Вид изделия</i>	<i>Отпускная цена изделия, руб.</i>	<i>Переменные затраты</i>	<i>Спрос</i>
1	Окно из профиля PROPLEX-Tender	8710	4866,122	350
2	Окно из профиля PROPLEX-Балкон	7811	4348,798	220
3	Окно из профиля PROPLEX-Optima	9275	5118,555	270
4	Окно из профиля PROPLEX-Comfort	9870	5889,052	240
5	Окно из профиля PROPLEX-Premium	10220,81	6136,438	200
6	Окно из профиля PROPLEX-Lux	11051,77	6337,339	180
7	Окно из профиля KRAUSS-5800	7258	4205,192	370
8	Окно из профиля KRAUSS-7300	7520	4254,195	370
9	Окно из профиля KRAUSS-7500	8387	4840,176	350
	Новые виды продукции:			
10	Алюминиевое окно Provedal C-640	9040	5110,25	250
11	Алюминиевое окно Provedal P-400	10240	6200	250
12	Алюминиевое окно AGS 50	11200	6545	180
13	Алюминиевое окно AGS 68	12850	7100	150

Использование материально-сырьевых ресурсов в производстве

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.		
Окно из профиля PROPLEX-Tender	Рама оконная 63 мм	6,02	м	96,16	579,26	3743,17		
	Створка 77 мм	4,29	м	105,93	454,25			
	Импост 82 мм	1,41	м	126,64	179,07			
	Штапик 8 мм	8,01	м	29,54	236,52			
	Армирующий проф. 1	1,40	м	47,31	66,43			
	Армирующий проф. 2	9,34	м	38,85	362,72			
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53			
	Уплотнение 2 мм	7,79	м	8,04	62,66			
	Соединитель импоста	2,00	шт.	5,44	10,89			
	Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,58	6,97			
	Стеклопакеты	1,00	шт.	1115,00	1115,00			
	Фурнитура KALE	1,00	компл.	617,87	617,87			
	Окно из профиля PROPLEX-Балкон	Рама 46 мм	6,02	м	87,79		528,83	3624,00
		Створка 46 мм	4,29	м	96,66		414,47	
Импост 46 мм		1,41	м	115,43	163,22			
Штапик 8 мм		8,01	м	29,54	236,52			
Армирующий проф. 1		1,40	м	47,31	66,43			

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.
Окно из профиля PROPLEX-Орбита	Армирующий профиль балконный	9,34	м	36,78	343,42	3656,11
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53	
	Уплотнение 2 мм	7,79	м	8,04	62,66	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	8,06	16,11	
	Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,66	7,93	
	Стеклопакеты	1,00	шт.	1115,00	1115,00	
	Фурнитура KALE	1,00	компл.	617,87	617,87	
	Рама оконная 63 мм	6,02	м	107,08	645,05	
	Створка 77 мм	4,29	м	117,85	505,35	
	Импост 82 мм	1,41	м	140,76	199,04	
	Штапик 8 мм	8,01	м	29,54	236,52	
	Армирующий проф. 1	1,40	м	47,31	66,43	
	Армирующий проф. 2	9,34	м	38,85	362,72	
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53	
Уплотнение 2 мм	7,79	м	5,92	46,12		
Соединитель импоста	2,00	шт.	9,25	18,50		
Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,58	6,97		
Фурнитура KALE	1,00	шт.	617,87	617,87		

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для производства единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для производства единицы продукции, руб.
	Стеклопакеты	1,00	компл.	1115,00	900,00	
Окно из профиля PROPLEX-Comfort	Рама 70 мм	6,02	м	114,58	690,21	4530,04
	Створка 70 мм	4,29	м	134,35	576,08	
	Импост 70 мм	1,41	м	152,04	214,98	
	Штапик 14 мм	8,01	м	32,50	260,26	
	Армирующий проф. 1	1,40	м	47,31	66,43	
	Армирующий проф. 2	9,34	м	38,85	362,72	
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53	
	Уплотнение 2 мм	7,79	м	8,04	62,66	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	14,49	28,97	
	Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,64	7,68	
	Фурнитура ROTO NT	1,00	шт.	1016,65	1016,65	
	Стеклопакеты	1,00	компл.	1191,86	1191,86	
	Рама 70 мм	6,02	м	126,46	761,80	4720,34
	Створка 70 мм	4,29	м	146,95	630,12	
Импост 70 мм	1,41	м	164,32	232,35		
Штапик 14 мм	8,01	м	32,50	260,26		
Армирующий проф. 1	7,00	м	47,31	330,99		
Армирующий проф. 2	3,74	м	38,85	145,46		

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для производства единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для производства единицы продукции, руб.
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53	
Окно из профиля PROPLEX-Lux	Уплотнение 2 мм	7,79	м	8,04	62,66	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	14,49	28,97	
	Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,64	7,68	
	Фурнитура ROTO NT	1,00		1016,65	1016,65	
	Стеклопакет	1,00		1191,86	1191,86	
	Широкая рама 127 мм	6,02	м	210,00	1265,04	4874,88
	Створка 77 мм	4,29	м	117,85	505,35	
	Импост 82 мм	1,41	м	140,76	199,04	
	Штапик 8 мм	8,01	м	29,54	236,52	
	Армирующий проф. 1	1,40	м	47,31	66,43	
	Армирующий проф. 2	9,34	м	38,85	362,72	
	Уплотнение притворное	8,45	м	6,10	51,53	
	Уплотнение 2 мм	7,79	м	5,92	46,12	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	9,25	18,50	
Подкладка 100 мм	12,00	шт.	0,58	6,97		
Фурнитура ROTO NT	1,00	компл.	1016,65	1016,65		
Стеклопакет	1,00	шт.	1100,00	1100,00		
Окно	Рама 63 мм	6	м	109,05	654,30	3656,69

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для производства единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для производства единицы продукции, руб.
из профиля KRAUSS-5800	Створка 77 мм	4,1	м	140,5	576,05	
	Импост 82 мм	1,02	м	147,4	150,35	
	Штапик 14 мм	6,50	м	35,03	227,70	
	Армирующий проф. 1	1,30	м	60,61	78,79	
	Армирующий проф. 2	7,90	м	43,25	341,68	
	Уплотнение притворное	7,00	м	5,85	40,95	
	Уплотнение 2 мм	6,90	м	4,8	33,12	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	0,61	1,22	
	Подкладка 100 мм	10,00	шт.	3,28	32,80	
	Стеклопакеты	1,00	шт.	880,00	880,00	
	Фурнитура KALE	1,00	компл.	617,87	617,87	
	Рама 63 мм	6,03	м	119,2	718,78	
	Створка 77 мм	4,1	м	140,5	576,05	
	Импост 82 мм	1,02	м	147,4	150,35	
	Штапик 14 мм	6,50	м	35,03	227,70	
Окно из профиля KRAUSS-7300	Армирующий проф. 1	1,30	м	60,61	78,79	
	Армирующий проф. 2	7,90	м	43,25	341,68	
	Уплотнение притворное	7,00	м	5,85	40,95	
	Уплотнение 2 мм	6,90	м	4,8	33,12	
						3699,30

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для производства единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для производства единицы продукции, руб.
Окно из профиля KRAUSS-7500	Соединитель импоста	2,00	шт.	0,61	1,22	3872,14
	Подкладка 100 мм	10,00	шт.	3,28	32,80	
	Стеклопакеты	1,00	шт.	880,00	880,00	
	Фурнитура KALE	1,00	компл.	617,87	617,87	
	Рама 63 мм	6,01	м	120,4	723,60	
	Створка 77 мм	4,2	м	147,2	618,24	
	Импост 82 мм	1,19	м	153,4	182,55	
	Штапик 14 мм	8,00	м	35,03	280,24	
	Армирующий профиль 1	1,40	м	60,61	85,10	
	Армирующий проф. 2	8,50	м	43,25	367,63	
	Уплотнение притворное	8,00	м	5,85	46,80	
	Уплотнение 2 мм	7,52	м	4,8	36,10	
	Соединитель импоста	2,00	шт.	0,61	1,22	
	Подкладка 100 мм	10,00	шт.	3,28	32,80	
	Стеклопакеты	1,00	компл.	880,00	880,00	
Фурнитура KALE	1,00	шт.	617,87	617,87		
Новые виды продукции						
Алюминиевое окно Provedal	Рама С640	1	компл.	1137,733035	1137,73	4129,83

Продолжение таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для единицы продукции, руб.
С-640	Створка С640	1	компл.	1630,8486	1630,85	
	Стыковочный пр. С640	1,43		78,20	111,83	
	Фурнитура	1	компл.	612,2201539	612,22	
	стекло 5мм.	2	компл.	318,6	637,20	
	Рама узкая глухая/поворот.	4,00	м	116,29	465,16	4651,26
	Створка поворот.	4,90	м	171,75	841,58	
	Штапик под стекло 5 мм	9,97	м	47,63	474,87	
	Соединительный профиль	2,00	м	30,43	60,86	
	Уплотнитель стекла полудунный, 2 мм	1,00	компл.	244,08	244,08	
	Фурнитура	1,00	компл.	1608,91	1608,91	
Алюминиевое окно AGS 50	стекло 5мм.	3,00	шт.	318,60	955,80	
	профиль 5	25,00	компл.	97,07	2426,74	4814,74
	Резиновое уплотнение	1,00	компл.	4,21	4,21	
	Аксессуары	1,00	компл.	1427,99	1427,99	
	стекло 5мм.	3,00	шт.	318,60	955,80	

Окончание таблицы 2

Вид изделия	Вид материала	Расход материала для производства единицы продукции	Единица измерения	Цена единицы материала, руб.	Расход на закупку материала для единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для единицы продукции, руб.
Алюминиевое окно AGS 68	профиль 6	22,00	компл.	153,38	3374,36	5145,54
	Резиновое уплотнение	1,00	компл.	47,78	47,78	
	Аксессуары	1,00	компл.	767,60	767,60	
	стекло 5мм.	3,00	шт.	318,60	955,80	

Таблица 3

Стоимость оборудования		
№	Вид оборудования	Цена
1	Двухголовочная пила Mecal SW402	416500
2	Пила для армирующего профиля Imet BS280/60ECO	125500
3	Фрезерный станок для фрезеровки дренажных отверстий Lisi RC3	194000
4	Фрезерный станок для обработки торца импоста с автоматическим приводом Mecal FR703	170500
5	Автоматический шуруповерт Urban DS2100	255000
6	Копировально-фрезерный станок для фрезеровки дренажных отверстий, паза и отверстий под замок Mecal FR811+3	165900
7	Двухголовочный сварочный автомат Lisi A2 TR	596500
8	Автомат для снятия сварного наплыва и зачисткой паза под уплотнение Lisi LD1 Plus	343500
9	Пила для резки штапика Lisi TX21	180000
10	Однголовочный сварочный автомат	238500
11	Пила для резки с нижней подачей диска (с диском 420 мм, с охлаждением) 380 В	128 288
12	Станок для обработки торцов импоста	66 000
13	Копировально-фрезерный станок (пневматический, с охлаждением) 220 В – 380 В	61 670
14	Углообжимной пресс	256 410
	Сумма	3198268

Таблица 4
Нормы времени обработки и эффективное время работы, ч, на каждом станке по видам продукции

Вид изделия	Двухголовочная пила	Пила для резки армирующего профиля	Фрезерный станок для импоста	Фрезерный станок для дренажных отверстий	Копировально-фрезерный станок	Двухголовочный сварочный автомат	Однголовочный сварочный автомат	Автомат для зачистки углов	Пила для резки штапика	Пила для резки с нижней подачей диска	Станок для обработки торцов импоста	Копировально-фрезерный станок	Углообжимной пресс
Окно из профиля PROPLEX-Tender	0,0912	0,06	0,09	0,07	0,073	0,1	0,09	0,0828	0,0549	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля PROPLEX-Балкон	0,09111	0,070	0,09	0,071	0,0728	0,1	0,098	0,0829	0,0555	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля PROPLEX-Optima	0,08911	0,070	0,09	0,078	0,0833	0,11	0,098	0,0828	0,0556	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля PROPLEX-Comfort	0,0812	0,075	0,093	0,072	0,0735	0,120	0,099	0,0825	0,0549	0,00	0,00	0,00	0,00

Продолжение таблицы 4

Вид изделия	Двухголовая пила	Пила для резки арматуры- того профиля	Фрезерный станок для чистота	Фрезерный станок для отверстий	Копровально-фре- зерный станок	Двухголовый сварочный аппарат	Одноголовочный сва- рочный автомат	Автомат для зачистки углов	Пила для резки штатка	Пила для резки с тисней подает диска	Станок для обработки торцов чистота	Копровально-фре- зерный станок	Углообжимной пресс
Окно из профиля PROPLEX-Premium	0,0912	0,070	0,095	0,078	0,0835	0,125	0,100	0,0248	0,0649	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля PROPLEX-Лух	0,0912	0,075	0,098	0,072	0,0838	0,125	0,100	0,0825	0,0649	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля KRAUSS-5800	0,099	0,050	0,092	0,0715	0,0732	0,120	0,090	0,0824	0,0539	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля KRAUSS-7300	0,098	0,070	0,092	0,0716	0,0732	0,120	0,098	0,0824	0,0548	0,00	0,00	0,00	0,00
Окно из профиля KRAUSS-7500	0,0972	0,070	0,092	0,0715	0,0732	0,110	0,098	0,0824	0,0549	0,00	0,00	0,00	0,00

Продолжение таблицы 4

Вид изделия	Двухголовая пила	Пила для резки арматуры- того профиля	Фрезерный станок для чистота	Фрезерный станок для отверстий	Копровально-фре- зерный станок	Двухголовый сварочный аппарат	Одноголовочный сва- рочный автомат	Автомат для зачистки углов	Пила для резки штатка	Пила для резки с тисней подает диска	Станок для обработки торцов чистота	Копровально-фре- зерный станок	Углообжимной пресс
Алюминиевое окно Provedal С-640	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,09	0,15	0,17
Алюминиевое окно Provedal Р-400	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,089	0,16	0,17
Алюминиевое окно АGS 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,091	0,16	0,18
Алюминиевое окно АGS 68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,091	0,17	0,18
Итого времени на обработку	0,82922	0,61	0,832	0,6556	0,689	1,03	0,871	0,685	0,5143	0,51	0,361	0,64	0,7
Эффективное время работы оборудования в течении ме- сяца	170	155	180	140	160	230	200	165	140	130	120	140	150

Оглавление

Введение	3
Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ	5
1.1 Сущность, состав, структура финансовых ресурсов предприятия	5
1.2 Инвестиционная политика предприятия	8
Раздел 2. МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	10
2.1. Задача оптимизации валовой прибыли многономенклатурного предприятия	10
2.2. Задача оптимизации портфеля закупок материальных ресурсов производства с учетом использования кредита	12
2.3. Задача кредитования проекта расширения предприятия	15
2.4. Модель управления кредитными ресурсами при реализации проекта реперофилирования предприятия	16
2.5. Методы анализа устойчивости в моделях управления кредитными ресурсами предприятия	18
2.5.1 Анализ устойчивости при линейном росте цен на выпускаемую продукцию	18
2.5.2 Анализ устойчивости при линейном росте цен на материальные ресурсы	20
2.5.3 Анализ устойчивости при одновременном росте цен на материальные ресурсы и производимую продукцию	21
2.5.4 Оценка эффективности производственной программы в условиях риска	23
Раздел 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ФГУП «НИИЭМП»	26
3.1. О предприятии	26
3.1.1 Традиционное направление	26
3.1.2 Направление по созданию новых электронных компонентов	27
3.1.3 Диверсификация производства	28
3.1.4 Технологическое перевооружение и модернизация производства	28
3.1.5 Реконструкция и ремонтно-строительные работы	28
3.1.6 Инженерное обеспечение	28
3.1.7 Внедрение компьютерной техники и информационных технологий	29
3.1.8 Кадровая политика	29
3.1.9 Финансово-экономическая политика	29
3.1.10 Социальная политика	29
3.1.11 Маркетинговая политика	30
3.1.12 Внешнеэкономическая деятельность	30
3.2. Пример использования моделей	30
3.2.1 Задача оптимизации валовой прибыли	31

3.2.2 Задача оптимизации портфеля закупок материальных ресурсов производства с учетом использования кредита	33
3.2.3 Оценка эффективности производственной программы в условиях риска	38
3.3 Выводы	41

Раздел 4. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

43

4.1 Понятие, сущность и функции кредита. Принципы кредитования	43
4.2 Виды банковских кредитов предоставляемых предприятию	47
4.3 Управление привлечением банковского кредита на предприятии	51

Раздел 5. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

55

5.1 Принципы построения моделей управления кредитными ресурсами	55
5.1.1. Модель оптимизации прибыли без привлечения кредита и с изначально доступным сырьем и оборудованием	58
5.1.2. Модели оптимизации управления кредитными ресурсами	59
5.1.3. Модель расчета объема кредитования оборотных средств предприятия	60
5.1.4. Модель с привлечением кредита для расширения производства	61
5.1.5. Модель реперофилирования производства на выпуск новых видов продукции	63
5.1.6. Модель оценки времени и объемов кредитования предприятий в условиях расширения производства	65
5.1.7. Модель оптимизации прибыли без привлечения кредита	70
5.1.8. Модель оптимизации управления кредитными ресурсами, привлеченными для пополнения оборотных средств	71
5.1.9. Определение max ставки по кредиту, по которой целесообразно его привлекать для закупки материальных ресурсов производства	73
5.1.10. Модели проекта расширения производства	74
5.1.11. Однопериодная модель проекта расширения производства без учета привлечения кредита для закупки дополнительного оборудования	74
5.1.12. Однопериодная модель проекта расширения производства с учетом привлечения кредита для закупки дополнительного оборудования	76
5.1.13. Модель расширения производства с учетом привлечения кредита для покупки дополнительных материальных ресурсов и покупки оборудования	77
5.1.14. Определение max ставки по кредиту, по которой целесообразно его привлекать для закупки оборудования	79
5.1.15. Многопериодная модель управления финансовыми ресурсами в модели расширения производства	81
5.2. Методы анализа устойчивости моделей в условиях изменения цен на продукцию, выпускаемую предприятием	82
5.2.1. Анализ устойчивости при линейном росте цен на каждый вид продукции	84
5.2.2. Анализ устойчивости в условиях интервальной оценки цен на выпускаемую продукцию	86

Раздел 6. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК ТОРГОВОЙ ФИРМЫ	88
6.1. Статические модели управления портфелем оптовых закупок.....	88
6.2. Анализ устойчивости в модели выбора оптимального портфеля оптовых закупок.....	92
6.3. Оптимизация портфеля оптовых закупок с учетом риска.....	95
6.4. Динамическая модель формирования оптовых закупок.....	101
6.5. Программное средство для поиска оптимального портфеля оптовых закупок торгового предприятия.....	109
6.5.1. Функциональная модель	110
6.5.2. Функциональное назначение программного средства.....	112
6.5.3. Принцип действия алгоритма	112
6.5.4. Программная реализация	114
Раздел 7. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	119
7.1. Детерминированные портфели инвестиционных проектов.....	119
7.2. Формирование портфеля инвестиционных проектов без учета риска.....	120
7.3. Модели портфелей инвестиционных проектов с возможностью привлечения кредита	121
7.4. Определение максимально допустимой кредитной ставки при формировании портфеля инвестиционных проектов	122
7.5. Формирование портфеля инвестиционных проектов при интервальном задании NPV.....	126
7.6. Формирование портфеля инвестиционных проектов с учётом риска.....	131
7.7. Пример использования модели формирования портфеля инвестиционных проектов.....	133
Раздел 8. МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ НОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	137
8.1. Двухуровневая линейная детерминированная модель	137
8.2. Оценка риска дефицита материальных ресурсов и производственных мощностей.....	139
8.3. Динамическая модель оценки производственной мощности предприятия.....	140
8.4. Анализ устойчивости в моделях оценки производственной мощности предприятия.....	143
8.5. Динамическая модель оценки производственной мощности с учетом риска доходности производственной программы.....	147
8.6. Пример использования двухуровневой модели проекта создания нового предприятия.....	150
Раздел 9. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА	154
9.1. Детерминированная постановка задачи.....	154
9.2. Двухкритериальные модели оценки эффективности календарных планов.....	157
9.3. Анализ устойчивости календарных планов.....	159

Раздел 10. АНАЛИЗ ФАКТОРИНГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В РОССИИ И В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ	170
10.1. Цель факторингового исследования.....	170
10.2. Понятие и сущность факторинга.....	172
10.3. Основные виды факторинговых сделок в России и за рубежом.....	182
10.4. Анализ традиционных и специфических рисков факторинговой сделки.....	200
10.5. Анализ систем риск-менеджмента, применяемых факторами.....	212
10.6. Исследование классических подходов оптимизации портфелей.....	218
Раздел 11. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФАКТОРИНГОВЫХ ПОРТФЕЛЕЙ	238
11.1. Разработка модели выбора факторингового портфеля при ограничении на риск	238
11.2. Разработка модели выбора факторингового портфеля при заданном уровне дохода.....	248
11.3. Разработка методики анализа моделей на устойчивость к изменению рыночных условий (на примере изменения стоимости ресурсов).....	253
11.4. Разработка модели оптимизации складских проектных решений в логистике	258
Раздел 12. АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ФАКТОРИНГОВЫМ ПОРТФЕЛЕМ	265
12.1. Разработка модели оптимизации складских проектных решений в логистике	265
12.2. Формирование факторингового портфеля клиента фактора в целях максимизации прибыли.....	275
12.3. Формирование факторингового портфеля клиента фактора на устойчивость.....	287
Заключение	296
Библиографический список	300
Приложения	307
Приложение 1	307
Приложение 2	321

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел. (495) 280-15-96; факс (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru

•
Отдел «Книга—почтой»:
тел. (495) 280-15-96 (доб. 246)

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1
----------------	--

Научное издание

**Мищенко Александр Владимирович,
Михеева Е.В.**

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

МОНОГРАФИЯ

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Подписано в печать 00.00.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Petersburg.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 0,0.
Тираж 500 экз. Заказ № 00000
ТК 704179-1021947-000019

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29