

НАУЧНАЯ МЫСЛЬ

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

**А.В. МИЩЕНКО
А.В. ПИЛЮГИНА**

**МЕТОДЫ ФИНАНСОВОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ**

МОНОГРАФИЯ

Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

Москва
ИНФРА-М
2023

УДК
ББК
М

Авторы:

Мищенко Александр Владимирович, доктор экономических наук, профессор, профессор Технологического университета имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова

Пилюгина Анна Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Мищенко А.В.

М Методы финансового планирования и оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью предприятия : монография / А.В. Мищенко, А.В. Пилюгина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 304 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1875454.

ISBN 978-5-16-017783-0 (print)

ISBN 978-5-16-110760-7 (online)

В монографии рассмотрен комплекс моделей финансового планирования и оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью предприятия, позволяющий получать результаты моделирования в условиях различных исходных данных. Представлены методические подходы к построению систем управления эффективностью по ключевым аспектам операционной, финансовой и инвестиционной деятельности предприятия. Показана возможность применения на практике моделей производственно-экономической оптимизации в условиях увеличения кредитно-инвестиционной активности.

Монография рассчитана на студентов, аспирантов и преподавателей экономических направлений подготовки, а также экономистов, менеджеров и руководителей предприятий.

УДК
ББК

ISBN 978-5-16-017783-0 (print)
ISBN 978-5-16-110760-7 (online)

© Мищенко А.В., Пилюгина А.В.,
2022

Введение

В настоящее время, характеризующееся кризисными явлениями в экономике, на первый план выходят проблемы выбора наиболее рациональных решений в области производственно-финансовой деятельности предприятий. Это связано с необходимостью стабилизации и прогнозирования денежных потоков, а также выделением его устойчивых, фиксированных составляющих, позволяющих выстроить систему управления стоимостью.

Повышение эффективности в масштабах национальной экономики связано с процессами цифровой трансформации и 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 экономических систем разных уровней, а также систем поддержки принятия решений с учетом прогностического характера управления.

Трансформация экономической системы под влиянием информационных технологий при сохранении ее рыночного характера и возрастающей роли государства, а также глобальных трансформаций финансовой системы, с одной стороны, создает условия для обеспечения рынка всеми необходимыми товарами и ресурсами, с другой — стимулирует рост требований по развитию производительности труда, неуклонное уменьшение затрат труда, материальных и иных ресурсов при производстве товаров и услуг. Для успешного становления экономической системы с учетом вызовов времени необходимо эффективное развитие финансовых механизмов — кредитных, налоговых, бюджетных, возникающих на уровне субъектов рынка, в первую очередь на уровне предприятий. В период развития трансформационных процессов экономики каждое предприятие ответственно за самостоятельный выбор того или иного варианта 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, ориентируясь на максимизацию ценности для широкого круга заинтересованных лиц. 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 менеджменту 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 оптимальный портфель закупок с учетом выбранных критериев и ограничений и т.д. 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 моделей являются обеспечение роста прибыли предприятия и его инвестиционной привлекательности, создание эффективного механизма управления его ресурсами, в том числе и финансовыми.

Объектом исследования в работе выступают научно-исследовательские и производственные предприятия, зарегистрированные в форме акционерных обществ и обществ с ограниченной ответственностью, которые занимаются производством и разработкой сложных наукоемких устройств и 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. Особое внимание уделено методическим подходам при построении моделей управления выбора вариантов финансирования, построения прогнозных моделей, а также моделям и методическим приемам оценки эффективности.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ

1.1. СОСТАВ, СТРУКТУРА, СУЩНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Управление финансовыми ресурсами (источниками финансирования) предприятия — это совокупность операций, рычагов, приемов воздействия на разнообразные виды финансов для достижения определенного результата. 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.

Формирование подходов к управлению источниками финансирования (*sources of financing*) начинается с построения взаимоотношений с совокупностью типовых групп лиц (собственники, кредиторы, государственные органы, банки и т.д.), спонтанно или преднамеренно предоставляющих свои средства предприятию во временное пользование или выделивших их ему для осуществления предусмотренной уставом деятельностью. Все эти лица в обезличенном виде представлены в пассивной стороне баланса, по сути, речь идет о решениях по формированию и оптимизации пассива баланса. Различные источники средств по-разному участвуют в финансировании деятельности предприятия (преднамеренный характер участия или вынужденный, определяемый рядом обстоятельств). Правильное понимание сути источников и способов их мобилизации необходимо в том числе по причине их платности, а также важности комбинирования источников для управления стоимостью предприятия, создаваемой ценностью.

На микроуровне принято использовать пятиэлементную систему финансирования системообразующих компонентов экономики (предприятий, организаций, фирм): самофинансирование (за счет прибыли), прямое финансирование через механизмы рынка капитала (долевое и долговое), банковское кредитование (в том числе инвестиционные банковское кредитование), бюджетное финансирование и взаимное финансирование хозяйствующих субъектов (как правило, носит спонтанный характер и является составной частью краткосрочного финансирования текущей деятельности).

Понятие «капитал» используется при характеристике вариантов и способов финансирования предприятий, организаций.

В настоящее время принято говорить о трех подходах к трактовке данного понятия: экономическом (концепция физического капитала), бухгалтерском (концепция финансового капитала, и капитал выступает синонимом чистых активов), а также учетно-аналитическом (комбинация двух других подходов, когда выделяются две взаимосвязанные разновидности капитала — активный и пассивный).

Капитал является не единственной категорией, используемой для характеристики финансовой структуры предприятия. Получение финансовых ресурсов из разных источников диктует и необходимость соответствующей классификации для целей управления (долго- и краткосрочные, внутренние и внешние, собственные и привлеченные, платные и бесплатные). Выбор того или иного варианта финансирования, трактовка отдельных операций с позиции широкой группы заинтересованных в деятельности предприятия лиц, оценка эффективности операций совсем не идентичны в контексте интересов этих самых групп лиц.

Для выработки рекомендаций по формированию финансовой структуры конкретного предприятия целесообразно учитывать обстоятельства срочности источников; отношения к предприятию и платности.

Источники средств фирмы принято делить на две группы — источники средств краткосрочного назначения и источники средств долгосрочного назначения (капитал). В свою очередь, к краткосрочным источникам относят краткосрочную кредиторскую задолженность, имеющую частично платный и частично бесплатный характер, а также краткосрочные кредиты и займы (платный источник). Источники долгосрочных средств представлены капиталом собственников, заемным капиталом и спонтанными источниками (как правило, являющимися бесплатными). В состав заемного капитала входят банковские кредиты, облигационные и прочие займы. Капитал собственников принято делить на обыкновенный акционерный капитал (долевой капитал в виде обыкновенных акций и реинвестированная прибыль в виде нераспределенной прибыли и прочих фондов собственных средств) и долевой капитал в виде привилегированных акций.

С точки зрения терминологии акционерный капитал и заемный капитал являются основными способами формирования и наращивания капитала. В частности, среди методов эмиссии акций распространены публичное предложение, продажа непосредственно инвесторам по подписке, тендерная продажа, метод целевого размещения и др. Акционерный капитал может меняться и за счет реинвестирования прибыли и дооценки долгосрочных активов.

Помимо традиционных методов средне- и краткосрочного финансирования (коммерческого и банковского кредитования) на-

ходят широкое распространение и другие приемы и инструменты, способствующие расширению объемов финансирования. К ним относятся некоторые разновидности опционов, залоговые операции, аренда (в том числе финансовый лизинг), коммерческая концессия (франчайзинг) и др.

Стратегия финансовой политики предприятия является ключевым моментом в оценке допустимых, желаемых или прогнозируемых темпов наращивания его экономического потенциала.

Капитальное уравнение, по которому активы равны сумме собственного капитала и обязательств, помогает сформулировать правила финансирования, что любой актив профинансирован либо из собственных, либо из заемных источников. Если приобретен актив, возникает кредиторская задолженность, которую необходимо будет оплатить. Если актив получен от учредителей, то увеличится сумма уставного капитала. Даже если актив получен в подарок, в пассиве его стоимость будет записана в прибыль. Таким образом выполняется капитальное уравнение.

Величина собственного капитала (stockholders equity) показывает, сколько денег инвестировано в компанию ее собственниками и сколько компаний было заработано прибыли за все время существования. В частности, в Федеральном законе от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» этот вид пассивов обозначен как источник финансирования деятельности экономического субъекта, хотя это не совсем корректно, так как деятельность компании финансируется не только за счет собственных средств, но и за счет заемных источников. В структуре собственного капитала обычно выделяют уставный, добавочный, резервный капитал, а также нераспределенную прибыль (непокрытый убыток).

Обязательства (liabilities) определяются как долги компании ее кредиторам. Величина обязательств показывает, сколько денег компании придется отдать в будущем за уже используемые активы. Обязательства в бухгалтерском учете подразделяются на долгосрочные (до погашения остается больше года) и краткосрочные (до погашения — меньше года). Обязательства обычно делят на заемные средства, кредиторскую задолженность, доходы будущих периодов и оценочные обязательства.

Есть и иные, можно даже сказать, более сложные пассивы, — например, отложенные налоговые обязательства.

Уставный капитал (equity capital) — стоимость активов компании, которые внесли учредители. Хронологически это самый первый пассив, возникающий при создании компании. Его величина, распределение долей учредителями описываются в уставе, отсюда и название. Уставный капитал показывает, сколько активов компании принадлежит учредителям. Доля в уставном капитале

позволяет учредителю претендовать на часть прибыли компании. Такие выплаты называются дивидендами.

Размер уставного капитала в процессе работы компании может меняться. При этом в российском законодательстве определены минимальные его размеры: для обществ с ограниченной ответственностью — 10 000 руб., для непубличных акционерных обществ столько же, для публичных акционерных обществ — 100 000 руб. В оплату уставного капитала могут пойти любые активы, но не меньше 10 000 руб. должны составлять деньги. Они могут быть как безналичными, так и наличными. Стоимость других вносимых активов обязан подтвердить независимый оценщик, его привлечение в этом случае является обязательным. Но если учредители считают, что доля кого-то из них стоит менее 20 000 руб., они оценивают вносимые активы самостоятельно (п. 2 ст. 15 Федерального закона от 08.02.1998 № 14-ФЗ), но оценить ниже оценщика можно, выше — нельзя (п. 2 ст. 66.2 ГК).

Содержание категории «уставный капитал» зависит от организационно-правовой формы предприятия:

- для государственного предприятия — стоимостная оценка имущества, закрепленного государством за предприятием на праве полного хозяйственного ведения;

- для товарищества с ограниченной ответственностью — сумма долей собственников;

- для акционерного общества — совокупная номинальная стоимость акций всех типов;

- для производственного кооператива — стоимостная оценка имущества, предоставленного участниками для ведения деятельности;

- для арендного предприятия — сумма вкладов работников предприятия;

- для предприятия иной формы, выделенного на самостоятельный баланс, — стоимостная оценка имущества, закрепленного его собственником за предприятием на праве полного хозяйственного ведения.

Добавочный капитал (*capital surplus*) — собственный источник активов компании, не связанный с вкладами учредителей и операционной деятельностью. добавочный капитал — это своеобразная добавка к стоимости активов компании, которую дает рынок. Учредители могут распорядиться им по своему усмотрению, но более разумно оставлять его на развитие бизнеса.

Рассуждая о природе добавочного капитала, необходимо сказать, что для появления у компании активов, нужно получить их от инвесторов (уставный капитал), кредиторов (обязательства) или заработать самостоятельно (нераспределенная прибыль). Ком-

пания создается, и в процессе работы активов становится больше, и это называется реальной капитализацией. Добавочный капитал возникает, когда активы компании вдруг дорожают независимо от ее действий. Учредители не вносят дополнительных вкладов, компания ничего не продает, просто конъюнктура рынка складывается благоприятным образом, и это так называемая рыночная капитализация.

Главных источников добавочного капитала три: переоценка внеоборотных активов, эмиссионный доход и положительные курсовые разницы по вкладам в уставный капитал в иностранной валюте. В бухгалтерском балансе переоценка внеоборотных активов стоит отдельно от остальных составляющих добавочного капитала. Это сделано, чтобы пользователь отчетности понимал: сумма может уйти так же легко, как и пришла. Если рыночная цена снизится, будет проведена уценка и добавочный капитал уменьшится. С другими компонентами добавочного капитала такого не произойдет: их величина фиксируется в момент образования и больше не меняется.

Резервный капитал (reserves) — собственный источник активов компании, предназначенный для покрытия возможных убытков. Акционерные общества за счет резервного капитала могут погашать выпущенные облигации и выкупать собственные акции. По экономической сущности резервный капитал — искусственно выделяемая часть чистой прибыли, т.е. резервный капитал формируется за счет прибыли компании. После получения чистой прибыли часть направляется в резервный капитал, остальное направляя на дивиденды и формирование нераспределенной прибыли.

Величина резервного капитала определяется уставом компании, а размеры ежегодных отчислений чистой прибыли — протоколами общих собраний участников. Общества с ограниченной ответственностью не обязаны создавать резервный капитал, но имеют на это право (ст. 30 Федерального закона от 08.02.1998 № 14-ФЗ). Резервный капитал акционерных обществ формируется в размере не меньше 5 процентов от уставного капитала (ст. 35 Федерального закона от 26.12.1995 № 208-ФЗ).

Отчисления в резервный капитал означают, что в компании гарантированно остаются активы на эту сумму. То есть часть прибыли прошлых лет замораживается в этих активах. Если в будущем компания получит убыток, капитализированная прибыль позволит покрыть или хотя бы уменьшить его за счет прямых выплат или продажи других активов. Если резервный капитал отсутствует, и собственники предпочитают извлекать всю прибыль, т.е. есть риск ежегодного распределения всей чистой прибыли, то компании не на что развиваться. Создание резервного капитала — защитный

механизм от недальновидных действий собственников, а также резкого ухудшения экономической ситуации.

Заемные средства — это обязательства по полученным займам и кредитам. С точки зрения учета большой разницы между ними нет. Кредит может выдаваться только финансовой организацией с соответствующей лицензией на строго определенный срок; выдача и возврат кредита осуществляются только денежными средствами, а за пользование кредитными средствами всегда берется плата. Заем может быть выдан любым субъектом на определенный или неопределенный срок; займы могут быть получены любые активы; заем бывает беспроцентным, т.е. бесплатным для заемщика.

В бухгалтерском учете сумму кредита отражают сразу при получении, а связанные с ним расходы — обычно равномерно отражают в течение действия договора, так установлено ПБУ 15/2008 «Учет расходов по займам и кредитам» (утв. приказом Минфина от 06.10.2008 № 107н), т.е. обязательство по займам и кредитам с течением времени растет. Даже если кредит гасить вовремя, в балансе будет отражена не вся сумма, которую предстоит заплатить.

Есть одно исключение: если компания берет заем или кредит на приобретение основных средств или нематериальных активов, то проценты, начисленные до начала их использования, включаются в стоимость таких активов, т.е. они сначала увеличивают стоимость активов, и в момент начисления процентов расхода нет. Важно отметить, что эти суммы все равно станут расходами, когда будет начисляться амортизация.

Кредиторская задолженность (от лат. credit — «он верит») — это долги компании перед ее контрагентами, т.е. контрагент верит предприятию, что долг будет возвращен. Традиционно выделяют несколько групп подобных кредиторов: поставщики и подрядчики (предприятие должно им денежные средства, если получены товары или воспользовалось услугами с отсрочкой оплаты, при проведении оплаты в полном объеме кредиторская задолженность закрывается); покупатели и заказчики (задолженность возникает, когда они внесли предоплату, а предприятие еще не поставило товар или не оказало услугу); налоговые органы (налог сначала начисляется — признается задолженность перед бюджетом и только потом оплачивается); государственные внебюджетные фонды; персонал (задолженность возникает, когда компания уже начислила зарплату, но еще не выплатила ее. Начисляется зарплата, как правило, за месяц, и задолженность появляется в последний день месяца; выплата произойдет уже в следующем месяце); подотчетные лица (иногда подотчетное лицо может потратить больше, чем по-

лучило, в этом случае сотрудник доплачивает разницу из своих денег, а у компании возникает кредиторская задолженность); учредители (компания должна учредителям деньги, если начислила, но еще не выплатила дивиденды. В тот день, когда участники общества на общем собрании договорились, какую часть прибыли прошлого года распределяют между собой, появляется кредиторская задолженность); дочерние и материнская компании (кредиторская задолженность возникает у того, кто получает активы или услуги первым); разные кредиторы (для них информация не раскрывается отдельно в силу небольшого объема долгов. Например, речь идет о начислении арендной платы и т.п.).

Оценочные обязательства (provisions) — это обязательства с неопределенной величиной и (или) сроком исполнения согласно ПБУ 8/2010 «Оценочные обязательства, условные обязательства и условные активы» (утв. приказом Минфина от 13.12.2010 № 167н). То есть компания точно должна денежные средства, но пока не знает сумму долга, или когда его нужно будет погасить. Например, если компания заключила заведомо убыточный договор, за расторжение которого предусмотрена неустойка; если фирма построила объект основных средств, его надо ликвидировать и вернуть земельный участок в исходное состояние после завершения эксплуатации.

Оценочное обязательство признается, только если договор нельзя расторгнуть без финансовых последствий. Чтобы определить его величину, нужно вычислить наиболее вероятную величину расходов на его погашение. Для этого определяется средневзвешенное или среднеарифметическое значение. Какой метод оценки использовать, зависит от того, как можно оценить вероятные величины — набором или интервалом значений. Важно помнить, что оценочное обязательство — это совершенно реальный долг, и по приближении к дате погашения о нем становится известно все больше точно определенных фактов, по этой причине долг может стать больше, чем его прошлая оценка в балансе.

Составляющие заемных средств (тело кредита или займа, проценты за пользование, а также дополнительные расходы) необходимо для целей управления четко разделять с точки зрения поступления средств и формирования расходов. Планировать и учитывать доходы и расходы нужно отдельно от планирования и учета платежей. Из капитального уравнения следует, что капитал равен разности между активами и обязательствами. Уменьшение активов можно признать расходом, если в результате сделки компания не получила такое же или большее количество обязательств. Увеличение обязательств будет расходом, если в результате сделки компания не получает такое же или большее количество активов.

В процессе производства продукции, выполнения работ, оказания услуг создается новая стоимость, которая определяется суммой выручки от продаж.

Выручка от продаж является основным источником возмещения затраченных на производство продукции (работ, услуг) средств, формирования фондов денежных средств, ее своевременное поступление обеспечивает непрерывность кругооборота средств, бесперебойность процесса деятельности предприятия. Несвоевременное поступление выручки влечет перебои в деятельности, снижение прибыли, нарушение договорных обязательств, штрафные санкции.

Использование выручки отражает начальный этап распределительных процессов. Из полученной выручки предприятие возмещает материальные затраты на сырье, материалы, топливо, электроэнергию, другие предметы труда, а также оказанные предприятию услуги. Дальнейшее распределение выручки связано с формированием амортизационных отчислений как источника воспроизводства основных фондов и нематериальных активов. Оставшаяся часть выручки — это валовой доход или вновь созданная стоимость, которая направляется на оплату труда и формирование прибыли предприятия, а также на отчисления во внебюджетные фонды, налоги (кроме налога на прибыль), другие обязательные платежи.

Поступление выручки от реализации свидетельствует о завершении кругооборота средств. До поступления выручки издержки производства и обращения финансируются за счет источников формирования оборотных средств. Результат кругооборота вложенных в деятельность средств — возмещение затрат и создание собственных источников финансирования.

Поскольку финансы предприятия как отношения являются частью экономических отношений, возникающих в процессе хозяйственной деятельности, принципы их организации определяются основами хозяйственной деятельности предприятий. Исходя из этого, принципы организации финансов можно сформулировать следующим образом: самостоятельность в области финансовой деятельности, самофинансирование, заинтересованность в итогах финансово-хозяйственной деятельности, ответственность за ее результаты, контроль за финансово-хозяйственной деятельностью предприятия.

1.2. ФИНАНСОВАЯ СТРАТЕГИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Повышение рентабельности вложенного (акционерного) капитала, инвестиций, текущего оборотного капитала являются классическими целевыми установками, на достижение которых

направлена финансовая стратегия организации. В процессе ее разработки усилия направлены на выделение основных факторов, посредством которых специалисты финансово-экономических служб смогут прямо воздействовать на капитал, а также провести их декомпозицию на конкретные составляющие для усиления эффективности стратегического и тактического управления финансами.

Во-первых, важно уточнить само понятие «финансовая стратегия», дополнительно принципиально важно в практическом аспекте определиться с тем, какой смысл вкладывают в это понятие руководители финансово-экономических служб предприятий. Результаты регулярных опросов показывают, что для большинства руководителей и собственников бизнеса стратегия ассоциируется с заданием макро- и микроэкономических показателей, в которых отразятся будущие результаты развития предприятия. Достаточно распространена практика, когда данные параметры определяются по собственному усмотрению, руководствуясь принципом, «хочу, чтобы к концу планируемого периода было так» и далее декомпозируются в виде конкретных измеряемых задач на нижестоящие уровни иерархии управления. Распространена также практика постановки нескольких базовых целей, таких как выручка, объем выпускаемой продукции в стоимостном/натуральном выражении, маржинальная и (или) операционная прибыль, рентабельность и проч. Это аналог стандартного и получившего в начале 2000-х гг. широкое распространение метода сбалансированной системы показателей Нортон и Каплана. В этом случае действия по разработке финансовой стратегии будут направлены на оцифровку этих целей плано-экономическими службами, используя, как правило, ретроспективные статистические данные. Документально это будет реализовано в форме операционных и финансовых планов (на основе которых сформируют бюджет доходов и расходов (БДР), например, на среднесрочном или долгосрочном периоде (три-пять лет)), а также путем вывода требуемых показателей стратегии.

Опыт многих компании демонстрирует при формировании стратегии ориентацию на анализ и прогноз потребностей рынка, объема собственной доли в нем, планов по продвижению (захвату или удержанию позиций). На основе полученных результатов составляется несколько более обоснованный план продаж, исходя из которого плано-экономические подразделения рассчитывают бюджет доходов и расходов.

Особенности поведения, проявляющиеся в подходах некоторых специалистов и именуемые как утилитарность и конформизм, не только не позволяют данным управленческим командам

заглянуть на несколько лет вперед, но и создают почти иллюзорное, оторванное от действительности представление о постоянном развитии, непрерывном росте («планы псевдоразвития»). Как свойственно макроэкономическим процессам, так и экономике на уровне любого экономического субъекта, ожидание постоянного роста и увеличения объемов можно назвать не более чем непониманием происходящего, самообманом, в котором отражены, например, инфляция или подобное влияние других факторов.

Характерным для управления современными предприятиями является фиксация цикличности процессов их развития, а также процессов среды ее функционирования — подъем в начале деятельности, следующий за этим период стабильности, а далее выбор, связанный с тем, что в конце этого отрезка возможны как рост, так и падение. Если своевременно приложенные усилия помогают вывести на рынок новый продукт или внешние инвестиции поддерживают стабильное состояние продуктов — возможен рост. Если же вся сгенерированная прибыль или, тем более, текущий оборотный капитал изымается собственниками в виде дивидендов или направляется на инвестиции с высоким риском или неясными исходами, то как бы ни был запланирован бюджет доходов и расходов, падение неизбежно. Порой подобные негативные сценарии невозможно просчитать, но профессиональный взгляд опытного специалиста в области стратегического управления позволяет это предвидеть.

Поэтому причастность финансово-экономической службы к оценке широкого набора параметров от возможности производственных площадок, потребности в кадрах, до тактики управления кредитным портфелем, анализу рисков и составлению плана мероприятий по безопасности, тем самым повышается уровень информационной поддержки принятия решений, и формируется такая генеральная стратегия предприятия, на основе которой и должны строиться непротиворечивые стратегии развития в области экономики, финансов и инвестиций.

Учитывая изложенное выше, важно рассматривать формирование финансовой стратегии не как определение направления тактического управления доходами и затратами, а как стратегию управления именно капиталом. На планируемые и достигаемые показатели доходов и расходов финансовые подразделения могут влиять только косвенно, через усиление контроля движения денежных средств посредством обеспечения дополнительных вливаний в виде кредитных и иных ресурсов и т.д. Такая же позиция справедлива и в отношении затрат. Расчет лимитов на материалы,

нормы труда, расход электроэнергии и т.д. должен сопровождаться контрольными мероприятиями над технологическими, производственными и сбытовыми процессами и возможностями влиять на отклонение от расчетных значений плановых показателей затрат. Достижение хороших результатов возможно при грамотном распоряжении ресурсами, при построении системы мотивации на всех функциональных уровнях так, чтобы каждый сотрудник ощущал свою причастность к процессам управления эффективностью и управления качеством, т.е. сэкономил средства из своего бюджета. Концепции контроллинга призваны помочь выявить наиболее значимые элементы структуры затрат и сконцентрироваться на них. В любом случае речь должна идти не только о бюджете доходов и расходов и зонах ответственности.

Если стратегический аспект управления финансами определен как управление капиталом, тогда целевые установки финансово-экономической службы формулируются как повышение рентабельности вложенного акционерного капитала, инвестиций, текущего оборотного капитала. Но для этого уже недостаточно простого составления планового баланса на основе статистической информации, работа с которой методически не проработана. Необходимо определить систему целей, направления действий: в каких областях и что необходимо предпринять (согласовав с целями, определенными общей стратегией).

Главными факторами управления капиталом являются привлечение и распределение ресурсов. Важно еще раз акцентировать внимание, что речь идет только о том, на что прямыми действиями может влиять финансово-экономическая служба. Каждый из выделенных факторов должен быть далее декомпозирован на более мелкие, конкретные направления. Каждое из этих направлений, в свою очередь, детализируется и может быть описано при помощи ряда параметров. В качестве примера приведем более детальное описание некоторых направлений, выделенных в рамках финансовой стратегии, реализуемой научно-производственной компанией (см. табл. 1.1).

Среди направлений реализации стратегии распределения ресурсов выделяют управление оборотным капиталом, денежными средствами и их эквивалентами, собственным капиталом и прибылью, оптимизации затрат, налогового планирования, управления инвестициями, а также роста качественных характеристик принимаемых решений. В области привлечения ресурсов предприятие концентрируется на изменении структуры заемного капитала в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также выводе ценных бумаг на фондовый рынок.

Каждому из заявленных направлений управления ресурсами соответствует своя стратегическая матрица. В ее основе заявлена стратегическая цель, а также должны быть сформулированы основные принципы, которыми необходимо руководствоваться при ее реализации. Далее необходимо определить объект управления (укрупненный и детализированный). Логика формирования содержательной части стратегии может быть представлена в матричном виде, где по вертикали (строки) следуют элементы декомпозирования — основные направления управления капиталом, а по горизонтали (столбцы матрицы) отражаются основные принципы и идеология стратегии, состояние на текущую дату, промежуточная цель, основные критерии управления, инструменты, методология, способы управления — задействованные процессы управления и задействованные структурные подразделения финансово-экономической службы. Этот шаблон применяют для формирования содержательной части всех стратегий (направлений).

Например, для «Стратегии управления структурой оборотного капитала» долгосрочная цель может быть сформулирована как достижение оптимальных капиталовложений в оборотные активы для поддержания нормального уровня финансовой устойчивости компании. Акцент сделан на оптимальности капиталовложений, так как одной из основных проблем любого предприятия является заморозка в запасах излишков финансовых ресурсов. В случае крупносерийных производств (или предприятий, выпускающих монопродукт) характерной особенностью является практически неизменность структуры затрат при изменении номенклатуры, соответственно, достаточно определить лимит остатков по каждому виду запасов и контролировать их уровень. Определять лимит необходимо с учетом технологических размеров партии, сроков доставки, условий договоров в части внесения платежей, времени на таможенное оформление, требований загрузки транспорта и т.д. В случае производств, работающих под заказ (например, предприятие производит широкий спектр наукоемкой и высокотехнологичной продукции, некоторые из видов продукции могут быть условно отнесены к монопродуктам, а другие продукты к индивидуальным разработкам, для запуска которых в производство необходимо пройти долгий путь инженерного проектирования), в направлении управления текущим оборотным капиталом и его структурой необходимо определять наиболее приближенный к оптимальному (не минимальному) уровень запасов.

Основными принципами, которыми необходимо руководствоваться при реализации стратегии управления структурой оборотного капитала, могут быть заявлены максимизация нормы прибыли с учетом минимизации уровня ликвидности и размера

коммерческих рисков. Укрупненно объект управления определен как оборотный капитал, в разбивке по элементам (готовая продукция, сырье и материалы, дебиторская задолженность, денежные средства). Важно, что элементы капитала рассматриваются в корреляции с источниками финансирования.

Далее, как уже было сказано, стратегия каждого направления может быть отражена в виде матрицы, где в первом столбце отражены элементы декомпозирования: стратегия управления оборотным капиталом и источниками его обеспечения (финансирования); стратегия управления структурой оборотного капитала производственной принадлежности; и стратегия управления долями внеоборотного и оборотного капиталов.

С помощью направлений задаются не только более низкие иерархически участки движения, но и количественно определенные критерии. Например, контрольный целевой показатель — доли внеоборотного и оборотного капиталов.

На пересечении строк и столбцов матрицы фиксируется содержательная часть каждой финансовой подстратегии. В частности, в столбце основных принципов описываются идеи управления по каждой цели и критерии оценки достижения цели. В столбце состояния могут быть расположены ссылки на расчетные документы, содержащие информацию о состоянии для точки отсчета (состояние предприятия в начальный момент построения стратегии, информация о тенденциях развития, трендах и целевых показателях по каждому элементу оборотного капитала). В столбце с информацией об основных критериях управления можно перечислить внутрипроизводственные стандарты, в которых излагаются основные концепции, регламенты, где описываются бизнес-процессы, методики расчетов и т.д.). В столбце со способом управления приводится информация о бизнес-процессах, системы менеджмента качества, а также о способах управления ими. В столбце о задействованных структурных подразделениях перечисляются подразделения финансово-экономической службы, в зону ответственности которых входят соответствующие бизнес-процессы.

Цель реализации стратегии привлечения финансовых ресурсов может быть сформирована, например, как обеспечение кредитоспособности и инвестиционной привлекательности предприятия. Основным критерием, характеризующим заявленную цель, может быть выбрано оптимальное соотношение между заемными и собственными средствами (капиталом). Соответственно, объектами управления укрупненно представлены заемный капитал (по элементам — авансы полученные, счета к оплате, начисленные обязательства по операционной деятельности, налоги к оплате, долговые обязательства) и кредиторская задолженность предприятия.

Сопровождение стратегии с точки зрения внутреннего аудита и контроля должно быть дополнено внутрипроизводственными стандартами (например, Положение об управлении экономики и финансов, Положение о движении денежных средств, Кредитная политика и др.). В качестве способа управления может быть определено, например, централизованное воздействие на состояние текущего оборотного капитала, координация путем перенаправления финансирования, установка лимитов по кредитованию при участии должностных лиц и подразделений, представленных директорским корпусом предприятия, руководителями производственных площадок, финансово-экономического подразделения, включая казначейство.

Целью стратегии управления денежными средствами и их эквивалентами может быть оптимизация распределения ресурсов во времени для выполнения условий поставки продукции в соответствии с заключенными договорами, финансирования инвестиционной и финансовой деятельности. Критериями реализуемости стратегии могут быть достижение баланса показателей ликвидности и финансовой независимости. Основные принципы управления связаны с процессом бюджетирования и могут быть реализованы, например, через централизованное воздействие путем прямого регулирования платежей, установление приоритетности и порядка расходования средств, прямое управление экстренными платежами и платежами, превышающими лимиты.

Цель стратегии управления собственным капиталом и прибылью заключается в максимальном удовлетворении требований акционеров в плане распределения прибыли при поддержании статуса маневренности и независимости. Цель стратегии повышения качества принимаемых решений состоит в обеспечении функционирования эффективной системы принятия и реализации ситуационных решений на базе правильного распределения полномочий и эффективной системы связи и координации в структуре финансово-экономического подразделения.

Говоря об инвестиционной стратегии, нацеленной на безопасность и доходность вложений, их стабильный рост и высокую ликвидность, выделим основные принципы:

- принцип предельной рентабельности — целесообразно выбирать те капиталовложения, которые обеспечивают максимальную предельную рентабельность на инвестированный капитал;
- принцип сбалансированности рисков — особенно рискованные инвестиции правомерно финансировать за счет собственных средств;
- принцип рентабельности капиталовложений — для капитальных вложений целесообразно выбирать самые дешевые способы

финансирования. Заемный капитал выгоднее привлекать в том случае, если он повышает рентабельность собственных средств;

— капиталовложения с длительными сроками окупаемости целесообразно финансировать за счет заемных средств.

Под объектами управления понимаются инвестиции как реальные (ресурсы направляются в производственные процессы), так и финансовые (ресурсы направляются на приобретение финансовых инструментов: эмиссионных и производных ценных бумаг, объектов тезаврации, банковских депозитов) и интеллектуальные инвестиции (подготовка специалистов на курсах, передача опыта, вложения в разработку технологий, НМА).

Общий объем инвестиций и источники финансирования могут определяться путем формирования инвестиционного бюджета ежегодно и утверждаться акционерами при защите бюджета. Способом управления для реализации стратегии может быть выбрано централизованное воздействие — координация путем перетока финансирования, установка лимитов по финансированию инвестиций, кредитованию, а также установка приоритетов. Задействованы процессы по всей вертикали: анализ информации и составление отчетов, бюджетирование операционной и инвестиционной деятельности, обеспечение операционной, финансовой и инвестиционной деятельности денежными средствами.

Еще одним важным моментом, который необходимо отразить, является вопрос ресурсного обеспечения стратегии. При формировании стратегии необходимо определить виды ресурсов, которые могут понадобиться в ходе ее реализации (материальные, нематериальные, кадровые, административно-управленческие, информационные, материально-технические и т.п.). Также важно рассчитать их планируемую потребность и определить ответственных за решения по их использованию (матрица ответственности). Кроме того, важно выбрать оптимальный способ приобретения ресурсов: создание собственными силами, покупка, аренда, безвозмездное использование и т.п., а затем установить критерии их распределения между различными направлениями, а также правила контроля и оценки эффективности их использования.

Иными словами, система управления ресурсами, заложенная в стратегию, может включать планирование (определение видов, потребности в них), распределение (принципы, правила, критерии, ответственные за принятие решений), контроль эффективности их использования. При этом в обязанности руководителя финансово-экономической службы, как правило, входят следующие действия:

— определить оптимальную модель и методы расчета потребности в ресурсах;

- проводить расчет этой потребности и отвечать за его правильность и полноту;
- вести бюджетирование ресурсов;
- оценивать потребности в финансовых ресурсах;
- проверять соответствие фактического расхода ресурсов его плановым значениям (анализировать и в случае необходимости корректировать плановые показатели);
- вносить предложения по изменениям в прогнозные данные и планы в процессе работы с ресурсами;
- определять методы их приобретения, доступные компании;
- контролировать эффективное использование ресурсов в соответствии с утвержденной стратегией.

Чтобы запланировать потребность в ресурсах на этапе разработки стратегии, необходимо определить, какие типы ресурсов и в каком количестве необходимы для достижения основных бизнес-целей исходя из прогнозируемого состояния внешней и внутренней среды компании. А кроме того, стоит выяснить, каким способом будут приобретаться или создаваться требуемые ресурсы. Важно определить, есть ли у компании возможность получить их приемлемыми способами (аренда, покупка, создание собственными силами). Если нет, то следует корректировать производственную и сбытовую стратегии с учетом конкуренции за ресурсы.

Потребность в них рассчитывают на основе фактического расхода или с учетом прогнозных изменений, а также с помощью нормативного или экспертного метода.

В рамках первого способа при планировании ресурсов используются данные предыдущих периодов. Простота расчетов — основной плюс. Однако не всегда потребность в ресурсах линейна. А кроме того, этот способ не применим для нового бизнеса или проекта, по которым нет данных о фактическом расходе.

При втором способе расчетов, кроме фактических данных, учитываются и прогнозные изменения внешней и внутренней среды компании. Он учитывает как текущее положение дел в компании, так и влияние будущих изменений. Однако при его использовании могут возникнуть сложности с оцифровкой влияния различных прогнозируемых данных. В случаях, когда информация о фактическом расходе отсутствует, рассчитать потребность в ресурсах этим способом невозможно. Кроме того, при большом разнообразии видов ресурсов модели расчета сложны.

Третий способ определения потребности в ресурсах подразумевает использование нормативного метода. Последний оптимально применять, если определены четкие и конкретные цели и на их основе сформулированы критерии достижения. При таком способе планирования устанавливаются нормативы использования всех

видов ресурсов для каждого бизнес-процесса. Исходя из этого определяется и потребность в них в будущем. Простота расчетов, а также использование небольшого объема данных за прошлые периоды — основные преимущества этого способа. Однако при этом возможна корректировка данных из-за фактических сдвигов относительно нормативных показателей (требуется постоянная актуализация нормативов).

Что касается четвертого способа определения потребности в ресурсах, то он подразумевает экспертный подход. Последний заключается в том, что эксперты на основании своего опыта и анализа устанавливают потребности по каждому виду ресурсов. Как правило, он используется в случаях, когда направление, по которому определяется потребность в ресурсах, новое для компании.

Способ не требует наличия большого объема информации за прошлые периоды и существенных расчетов. Однако стоит помнить, что при его использовании данные могут значительно отличаться от последующей фактической ситуации, поэтому важно, чтобы эксперты хорошо разбирались в предметной области или могли ее проанализировать.

Необходимость в распределении ресурсов в ходе реализации стратегии появляется в случаях возникновения их дефицита исходя из прогнозных расчетов или в процессе фактического исполнения стратегии, а также при конкуренции между различными направлениями (проектами). При таких условиях распределять ресурсы следует на приоритетной основе, оценив конкурирующие направления по их влиянию на выполнение стратегических целей компании.

Оценить систему управления ресурсами можно несколькими способами. К примеру, судить о ее высокой эффективности стоит, если:

- ресурсами обеспечены все бизнес-процессы, служащие для выполнения стратегии компании;
- потребность в ресурсах рассчитана на весь срок стратегического планирования;
- критерии принятия решений о распределении ресурсов прозрачны и понятны;
- решения принимаются с одновременным учетом как финансовых, так и нефинансовых показателей;
- при использовании ранее распределенных ресурсов достигается максимальная отдача.

В целом алгоритм оценки эффективности системы управления ресурсами компании включает следующие этапы:

- выбор видов ресурсов, по которым будет проводиться оценка (например, трудовые, материальные, финансовые);
- определение значимых для компании показателей для выбранных видов ресурсов, а также их нормативов. Например,

для трудовых ресурсов — это рентабельность персонала, удельный вес затрат на персонал в себестоимости, для материальных ресурсов — материалоемкость продукции, материалотдача, для финансовых ресурсов — рентабельность продаж, рентабельность основного капитала, коэффициент ликвидности, стоимость капитала (рекомендуемые показатели для оценки эффективности приведены в табл. 1.2);

- анализ отклонений значений показателей от нормативных (с выявлением причин отклонений);
- экспертную оценку системы управления;
- подготовку выводов и рекомендаций по изменению системы.

Таблица 1.2

Рекомендуемые показатели для оценки разных видов ресурсов

Вид ресурсов	Рекомендуемые показатели оценки
Трудовые ресурсы	Производительность труда. Показатели использования рабочего времени. Рентабельность персонала. Удельный вес затрат на персонал в себестоимости
Материальные ресурсы	Материалоемкость продукции. Материалотдача. Коэффициент использования материалов. Удельный вес материальных затрат в себестоимости
Нематериальные ресурсы	Рентабельность нематериальных активов. Фондоотдача нематериальных активов. Ликвидность нематериальных активов. Удельный вес нематериальных активов в общем объеме активов
Финансовые ресурсы	Показатели рентабельности. Финансовые коэффициенты (финансовой устойчивости, платежеспособности и т.п.). Стоимость финансовых ресурсов (стоимость капитала). Показатели структуры капитала. Показатели движения капитала
Информационные ресурсы	Количество единиц информации в распоряжении организации (например, доступ к бизнес-базам данных) и полнота информации. Время на обработку стандартного информационного запроса. Количество пользователей информационных ресурсов
Материально-технические ресурсы	Фондоотдача

Кроме того, целесообразна регулярная (как минимум ежегодная) экспертная оценка управления ресурсами по следующим параметрам: обоснованность принимаемых в системе решений, ее адаптивность, оперативность, надежность, рациональность, простота, прозрачность, полнота. Для такого способа оптимально использовать результаты анкетирования руководства компании. К примеру, когда ключевые менеджеры оценивают по пятибалльной шкале все указанные параметры (в анкетах), можно определить средний балл по каждому из них. По количеству баллов можно определить те направления, в которых, по мнению руководства, есть недочеты и, соответственно, провести их анализ и корректировку.

1.3. УПРАВЛЕНИЯ КАПИТАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Для выстраивания эффективного управления капиталом компании необходимы расчетные модели оптимизации соотношения заемного и собственного капиталов предприятия. Важным аспектом является подбор информационных источников (например, отчетный год не менее трех успешных периодов — месяцев или кварталов). В качестве ограничений модели целесообразно рассматривать ключевые финансовые коэффициенты платежеспособности, финансовой устойчивости в сравнении их с нормативными значениями. Наилучшая для предприятия комбинация показателей и определяет наиболее приемлемую для предприятия структуру капитала, в том числе с учетом ориентации на максимизацию стоимости предприятия для владельцев.

К наиболее успешным периодам в работе компании за прошедший отчетный год целесообразно отнести периоды, когда прибыль была максимальной. В качестве альтернативного критерия можно рассматривать периоды с высокой финансовой устойчивостью или с достаточным операционным денежным потоком, который выступает в качестве источника финансирования. Использование большого количества периодов повышает точность принятия решения, начать можно с трех периодов, с тех кварталов, которые сопоставимы по прибыли или альтернативному показателю. Далее необходимо сопоставить и выбрать более детальные периоды — например, месяцы. Это связано с интенсивностью использования ресурсов для различных целей.

Чтобы определить оптимальную структуру капитала компании на перспективу, можно рассчитать по выбранным месяцам или кварталам две группы показателей — платежеспособности и финансовой устойчивости. Источником данных будет бухгалтерский баланс за прошедший отчетный год.

Предварительно необходимо перегруппировать статьи в балансе по ликвидности и срочности, выделив абсолютно ликвидные, высоколиквидные и низколиквидные активы, а также краткосрочные и долгосрочные обязательства.

Абсолютно ликвидные активы — финансовые вложения за исключением денежных эквивалентов плюс денежные средства и денежные эквиваленты минус собственные акции, выкупленные у акционеров. Высоколиквидные активы — дебиторская задолженность и прочие оборотные активы. Низколиквидные активы — запасы и НДС по приобретенным ценностям.

Краткосрочные обязательства — краткосрочные заемные средства и кредиторская задолженность, прочие краткосрочные обязательства. Долгосрочные обязательства — долгосрочные заемные средства, отложенные налоговые обязательства и прочие долгосрочные обязательства.

Среди показателей наибольшее распространение для рационализации структуры капитала получили следующие:

- показатели платежеспособности (коэффициенты абсолютной ликвидности и текущей ликвидности, показатель обеспеченности обязательств активами, показатель платежеспособности по текущим обязательствам);

- показатели финансовой устойчивости (коэффициент автономии или финансовой независимости, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, доля просроченной кредиторской задолженности в пассивах, доля дебиторской задолженности в активах).

По результатам сравнительного анализа фактических значений платежеспособности и финансовой устойчивости с нормативами выделяют в отчетном году три месяца или квартала, в которых индикаторы максимально приближались к эталонным значениям.

В зависимости от специфики отрасли и масштаба компании можете скорректировать нормативы — установить свои границы оптимального размера коэффициентов. Например, нормальное значение показателя текущей ликвидности колеблется от 1,5 до 2,5, он отражает способность компании с помощью оборотных средств покрывать свои краткосрочные обязательства. Для предприятий, постоянно нуждающихся в оборотных средствах, предпочтительно, чтобы имущество состояло из наиболее ликвидных оборотных активов, для таких компаний оптимальной будет текущая ликвидность на уровне 2.

Если показатели платежеспособности и финансовой устойчивости существенно изменились в отмеченных периодах по сравнению с остальными, необходимо проанализировать причины отклонений.

Для выбора оптимальной структуры капитала (в данном случае понятие «оптимальный» правильнее заменить на «рациональный», так как нет следования критериям математического оптимума, речь идет о рациональном управленческом выборе) необходимо проанализировать структуру баланса компании в наиболее успешные периоды деятельности. Сопоставить состав имущества — соотношение оборотных и внеоборотных средств, которое необходимо для стабильной работы, а также сравнить за те же периоды состав краткосрочных и долгосрочных обязательств и стоимость их привлечения.

Рассчитав соотношение собственного и заемного капитала в каждом периоде, выбирается тот, в котором структура оптимальна. Важно сопоставить плюсы и минусы собственных и заемных источников финансирования для компании.

Чтобы контролировать обязательства компании, необходимо закреплять в финансовой политике ключевые показатели, характеризующие зависимость предприятия от заемных средств. Например, это система таких показателей, как долг/ЕВITDA, финансовый рычаг, соотношение активов и займов, коэффициент текущей ликвидности, чистый оборотный капитал и коэффициент покрытия процентов с учетом их нормативных значений.

Размышляя о преимуществах и недостатках финансирования за счет собственного и заемного капитала необходимо учитывать следующие аспекты.

Собственный капитал — это собственные средства компании, которые она использует для формирования активов. Для целей финансового анализа в собственный капитал включают, помимо итогового значения раздела баланса «Капитал и резервы», доходы будущих периодов, долгосрочные и краткосрочные оценочные обязательства.

Закон об акционерных обществах не дает определения собственному акционерному капиталу (САК). Встречается как минимум две трактовки, что такое собственный акционерный капитал:

- уставный капитал акционерного общества (Authorized Capital), который образуется за счет эмиссии акций. В бухгалтерском балансе компании уставный капитал отражают в строке 1310;
- собственный капитал акционерного общества (Ownership Equity) — разница между совокупными активами и совокупными обязательствами компании. Другой вариант — сумма уставного, добавочного и резервного капитала и нераспределенной прибыли.

Простота привлечения и минимальные финансовые риски — положительные стороны использования собственного капитала. Владельцы решают увеличить собственный капитал самостоятельно без согласования с внешними участниками хозяйственной деятельности. В отличие от заемного, собственный капитал не тре-

бует дополнительных расходов, к примеру, на проценты, комиссии и оформление документов.

Среди отрицательных сторон финансирования деятельности компании за счет собственного капитала — ограниченный объем и высокая стоимость денег. Лимитированная сумма привлекаемых средств не позволяет значительно расширить размеры операционной и инвестиционной деятельности компании. В условиях рентабельной работы предприятия собственный капитал обходится намного дороже в сравнении с заемными средствами.

Основные плюсы привлечения заемного капитала — разнообразные условия привлечения, существенный объем, увеличение оборотов компании, прирост финансовой рентабельности. Возможность получать средства на различный срок и под разный процент важна, если одновременно финансируете текущую деятельность и инвестируете в новый бизнес.

Сумма привлеченного капитала превышает потенциальные размеры самофинансирования — особенно при высоком кредитном рейтинге компании, наличии залога или гарантий внешних поручителей. Заемные средства увеличивают финансовые возможности компании, когда она расширяет хозяйственную деятельность.

Существенные финансовые риски, уменьшение нормы прибыли, трудоемкая схема привлечения — отрицательные стороны заемного капитала. Финансовая устойчивость и платежеспособность компании снижаются пропорционально тому, как растет удельный вес заемных средств.

Рентабельность активов, сформированных за счет заемного капитала, меньше, чем за счет собственного. Внешние кредиторы дольше анализируют и одобряют сделку — получение кредита может затянуться. Это особенно ощутимо при привлечении долгосрочных инвестиций или крупных объемов финансирования.

В качестве дополнительных ограничений по моделированию структуры капитала могут быть установлены минимальные значения собственных источников.

Минимально допустимый размер собственного капитала, по сути, равен суммарной стоимости наименее ликвидных активов компании. Их состав меняется по отраслям — влияют характеристики самих активов, их стоимость, предложение и спрос на них на рынке. К примеру, сырьевые запасы в пищевой промышленности, объекты незавершенного производства в авиационном строительстве — это неликвидные запасы.

Чтобы определить совокупную стоимость наименее ликвидных активов, можно выбрать следующие способы:

— оценить экспертно ликвидность отдельных активов индивидуально для конкретной компании, затем определить их суммарную

балансовую стоимость. Это наиболее трудоемкий, но точный способ;

— отнести к наименее ликвидным основные средства, нематериальные активы, запасы и незавершенное производство, а затем рассчитать их совокупную стоимость. Это более простой, но менее точный способ.

Необходимо также сопоставить расчетный необходимый собственный капитал с фактической величиной собственных средств. Суммировать по балансу на дату анализа размер уставного, резервного, добавочного капитала, переоценки внеоборотных активов и нераспределенной прибыли и из полученной величины вычесть минимально допустимый собственный капитал. Если результат положительный — у компании достаточно собственных средств, чтобы поддерживать приемлемый уровень ликвидности и финансовой устойчивости.

Существенное изменение доли собственного капитала в структуре баланса не всегда негативно для компании. Как было сказано выше, целесообразно определять необходимую величину собственного капитала минимум за три отчетных периода. Если доля показателя в структуре баланса уменьшается, это не всегда негативно сказывается на ликвидности и финансовой устойчивости компании в рассматриваемых периодах.

Доля собственного капитала может сокращаться при неизменной абсолютной величине или незначительной динамике самого показателя. Если эта величина не ниже минимально допустимого размера собственного капитала, однозначно констатировать ухудшение финансового положения компании нельзя.

Дополнительно необходимо выяснить, как увеличение доли заемных средств отразилось на рентабельности собственного капитала. Например, если в исследуемом периоде у компании в составе займов не было платных кредитов и штрафов за просроченную кредиторскую задолженность, значит, внешние источники финансирования обходятся компании недорого. Следовательно, сокращение доли собственного капитала положительно отразилось на его рентабельности. Если же у компании дорогие внешние источники финансирования, о положительном изменении рентабельности собственного капитала речи быть не может.

При реализации моделей определения оптимальной структуры капитала в качестве дополнительных условий может быть установлена зависимость риска банкротства компании от значений коэффициента покрытия процентов по займам, а также оптимизация значений инвестированного капитала, процентного заемного капитала.

Инвестированный капитал (Invested Capital, IC) — долгосрочный капитал, который вложили собственники, банки и другие

инвесторы в компанию как в инвестпроект. Чтобы посчитать инвестированный капитал, необходимо суммировать долгосрочные процентные обязательства, собственный капитал из III раздела баланса и долгосрочные беспроцентные займы от собственников.

В инвестированный капитал не входят три вида обязательств. Во-первых, кредиторская задолженность и прочие текущие обязательства, поскольку эти статьи относятся к операционной деятельности компании. Во-вторых, краткосрочные кредиты и займы, так как не отвечают критерию длительности, свойственному инвестициям. В-третьих, прочие долгосрочные обязательства, так как эта статья содержит отложенные обязательства нефинансового характера — налоги и др.

Исходные данные о доходах и расходах компании позволяют рассчитать коэффициент покрытия процентов ICR как отношение операционной прибыли до уплаты процентов и налогов (ЕВИТ, или разница валовой прибыли, накладных операционных расходов и амортизации) к процентам по кредитам к уплате, рассчитанным от стоимости заемного капитала предприятия по средневзвешенной процентной ставке, по которой оно кредитруется.

Для оценки затрат на собственный и заемный капитал необходимо выбрать модель расчета цены капитала, а также подобрать целевые значения индикаторов финансового рынка.

Если у компании есть кредиты и кредитные линии, которые были взяты в разные периоды в нескольких банках, и у каждого займа своя стоимость, то средневзвешенную ставку по долгосрочным кредитам можно вычислить по следующей формуле:

$$k_{\text{срвз}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{ДК}_i \cdot r_i}{\text{ДК}_{\text{сумм}}},$$

где $k_{\text{срвз}}$ — средневзвешенная ставка по долгосрочным кредитам компании, % годовых; ДК_i — сумма непогашенной задолженности по i -му долгосрочному кредиту, всего у компании n долгосрочных кредитов и займов, руб.; $\text{ДК}_{\text{сумм}}$ — сумма долгосрочных кредитов и займов компании, руб.; r_i — процентная ставка по i -му долгосрочному кредиту, всего у компании n долгосрочных кредитов и займов, % годовых.

В основе расчета стоимости собственного капитала, как правило, лежит модель оценки капитальных активов (САМР), модифицированная с учетом двух факторов: поправки на риск финансового рычага и премии за риск конкретной компании. Данная модель оценивает затраты на собственный капитал с позиции инвестора — как сумму стоимости безопасных денег и премий за риск. Так риск

финансового рычага подразумевает, что предприятие привлекает заемные средства, чтобы увеличить прибыль, но есть вероятность того, что оно понесет убытки из-за чрезмерной долговой нагрузки. Тогда и цена собственного капитала окажется выше. Налоговый щит подразумевает снижение налога на прибыль за счет уплаты процентов по кредитам.

Справедливая стоимость заемного капитала может быть определена как рыночная ставка заимствования с учетом двух поправок: премии за риск банкротства (рассчитывается по методике А. Дамодарана и характеризует вероятное увеличение процентной ставки в связи с ростом долга, способностью компании обслуживать обязательства) и экономии по налогу на прибыль.

Средневзвешенная стоимость капитала, рассчитанная по модели WACC, отразит совокупные затраты компании на заемный и собственный капитал с учетом доли каждого в общей структуре капитала.

Расчет оптимальной структуры капитала может быть реализован, например, с помощью инструмента «Поиск решений» в табличном процессоре Excel. В расчет может быть заложено условие нахождения максимального значения справедливой стоимости компании, изменяя целевую долю займов в структуре капитала. Доли собственных и заемных средств — искомые параметры целевой функции — справедливой стоимости. Модель переберет все возможные варианты структуры капитала и выведет тот, при котором справедливая стоимость компании максимальна.

Справедливая стоимость компании рассчитывается, в свою очередь, как сумма чистой приведенной стоимости, определяемой как результат дисконтирования свободного денежного потока в прогнозный период по ставке дисконтирования, равной целевому значению WACC, и чистой терминальной стоимости, определяемой как результат дисконтирования свободного денежного потока за последний год прогноза с учетом его долгосрочного темпа роста в постпрогнозный период по ставке дисконтирования, равной целевому значению WACC.

График чувствительности WACC в зависимости от изменения доли заемного капитала показывает, как меняется средневзвешенная стоимость капитала в зависимости от его структуры. Если займов нет, компания не получает положительного эффекта финансового рычага, цена ее капитала высокая. После превышения пороговой долговой нагрузки компания начинает испытывать отрицательный эффект рычага — совокупные затраты на капитал возобновляют рост. Компания не может постоянно поддерживать структуру капитала в жестко установленном соотношении. График позволяет выбрать диапазон значений, в рамках которого нужно

поддерживать структуру капитала. Этим значениям WACC соответствует рекомендованный уровень кредитов и займов, при котором стоимость компании наибольшая.

Необходимо дополнить анализ сравнением фактической структуры капитала компании за отчетный год с той, которую посчитала оптимизационная модель. Возможны два варианта: когда заемные средства оказались больше оптимальной величины, и наоборот — когда собственные. В каждом случае предстоит изменить структуру капитала так, чтобы при наименьших затратах на него максимизировать стоимость компании для собственников.

Если доля кредитов в структуре капитала превысит пороговое значение, сработает эффект отрицательного финансового рычага — начнут расти совокупные затраты компании на капитал. Чтобы этого избежать, необходимо сократить долю заемных средств. Есть два способа: снизить долговую нагрузку или увеличить собственные средства.

Для снижения долговой нагрузки необходимо провести инвентаризацию кредитного портфеля, чтобы понять, какие долги могут быть закрыты или реструктурированы. Для этого потребуются отчет о кредитах на последнюю отчетную дату и актуальный инвестиционный план минимум на предстоящий год. По этим данным можно сравнить потребность в финансировании проектов с текущим объемом кредитного портфеля. Если потребность в долгосрочных займах ниже фактического долга, последний оправданно сократить.

При планировании погашения кредитных излишков необходимо анализировать, как изменится потребность компании в оборотных средствах. Чтобы избежать их дефицита и не прибегать к новым займам, рекомендуется договариваться об увеличении отсрочки с поставщиками. Дополнительно имеет смысл пересмотреть условия расчетов для покупателей. Если компания пользуется краткосрочными кредитами, то необходимо ограничивать длительность отсрочек исходя из стоимости заемного финансирования.

Чтобы повысить долю собственных средств, необходимо попытаться убедить владельцев изъять меньше прибыли по итогам года. Оставшаяся нераспределенная прибыль увеличит собственный капитал. Для этого необходимо рассчитать и согласовать компромиссный размер дивидендов, который устроит акционеров и позволит компании не прибегать к заемным источникам финансирования.

Также могут быть разработаны дополнительные мероприятия, направленные на повышение прибыли компании в будущем. Например, сокращение расходов, стимулирование деловой активности, перепрофилирование или закрытие убыточных направлений.

Если в структуре капитала преобладают собственные средства, то из-за эффекта финансового рычага их стоимость для компании будет выше, чем займов. Чтобы этого избежать, необходимо сократить долю собственного капитала. Есть два способа, как это сделать: увеличить долю заемных средств или сократить долю собственных.

Первый способ оправданно использовать, если у компании есть инвестпроекты, под которые можно привлечь заемное финансирование. Предстоит собрать и оценить инвестиционные заявки, сопоставить их с целями предприятия и наметить направления, куда инвестировать в предстоящем году.

Когда выбираются приоритетные для компании инвестпроекты, готовят один из двух документов — бизнес-план или технико-экономическое обоснование (ТЭО). Они оба нужны, чтобы заинтересовать потенциальных инвесторов и помочь им решить, вкладывать ли средства в проект. Бизнес-план составляется, когда собираются модернизировать оборудование или запускают новое производство. Если планируется строительство промышленного объекта, формируется технико-экономическое обоснование проекта. Основное отличие ТЭО от бизнес-плана — оценить предлагаемую технологию или выбрать из нескольких вариантов самую выгодную и подходящую по техническим характеристикам.

Второй способ подходит компаниям, которые могут потратить нераспределенную прибыль отчетного года или прошлых лет. Например, выплатить повышенные дивиденды, профинансировать текущую деятельность, расширить бизнес, покрыть убытки прошлых периодов или выдать премии сотрудникам.

Таким образом, при планировании структуры капитала важно тщательно выбирать инструменты и контрольные показатели, когда на основе операционного и инвестиционного планов формируются плановые значения движения денежных средств, финансовых результатов и структуры имущества, дополненные контрольными показателями, позволяющими определять критические отклонения. Проведение факторного анализа причин отклонения позволяет обоснованно принимать решение о корректировке структуры капитала и способов финансирования предприятия. Контрольные показатели могут быть рассчитаны на основе различных стандартов учета, дополняя друг друга, или же с позиции удобства пользователей. При финансировании отдельных организаций или структур внутри группы компаний список контрольных показателей может быть совершенно иным. Важность показателей стоимости предприятия и капитализации для отдельно взятой компании при внутригрупповом финансировании остается актуальной только при расчете интегральных параметров капитала. Более важным станет аспект налогового эффекта внутригруппового финансирования, который

полностью определяется юридической формой финансирования связанных компаний.

Рентабельность собственного капитала и средневзвешенная стоимость капитала связаны эффектом финансового рычага. Максимизация отдачи на вложенный собственниками капитал традиционно достигается за счет привлечения ресурсов. Высокие ставки по кредитам при этом 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. 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.

Далее рассмотрим, каким образом могут быть учтены ограничения на объем инвестиционных ресурсов, производственные мощности предприятия и объемы выпуска продукции в ситуации, когда инвестор стремится максимизировать прибыль, получаемую в результате реализации инвестиционного проекта по расширению производства.

2. МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

2.1. ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ВАЛОВОЙ ПРИБЫЛИ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ниже будут рассмотрены 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 мощностях (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:

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

- 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 приобрести 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 матери-

альных ресурсов как Z_1, Z_2, \dots, Z_M , которые мы определим, решив следующую оптимизационную задачу:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max, \quad (2.8)$$

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

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

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

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

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

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^L a_{ij} x_{ij} \geq (1 + \alpha) \sum_{p=1}^M Z_p \beta_p, \quad (2.14)$$

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

$$\sum_{p=1}^M Z_p \beta_p \leq W \quad Z_p \geq 0 \quad (p = 1, 2, \dots, M), \quad (2.16)$$

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 детерминированно.

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 .

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

$$i = 1, 2, \dots, n_i; j = 1, 2, \dots, L; (f = 1, 2, \dots, M_1); (p = 1, 2, \dots, K_1).$$

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 перепрофилирования связано чаще всего или с перепроизводством 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 перепрофилирования 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.5. МЕТОДЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ В МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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:

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

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

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 :

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

$$q = e + 1, \dots, N. \quad (2.48)$$

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 $[f^N(\xi)]' > [f^j(\xi)]', j = 1, 2, \dots, N$.

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

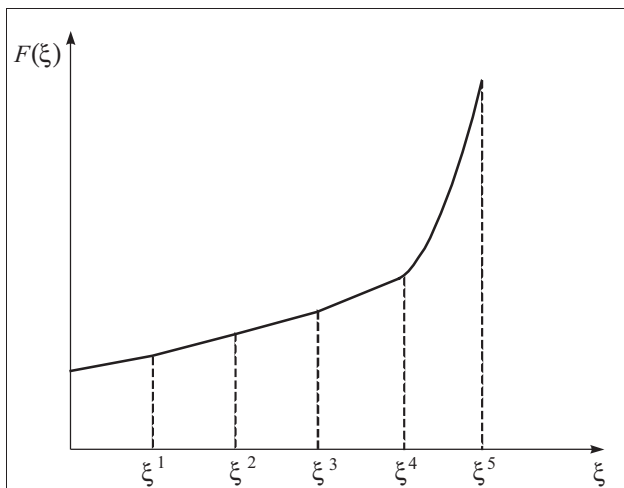


Рис. 2.1. Области устойчивости задачи (2.1–2.7) при росте цен на выпускаемую продукцию

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

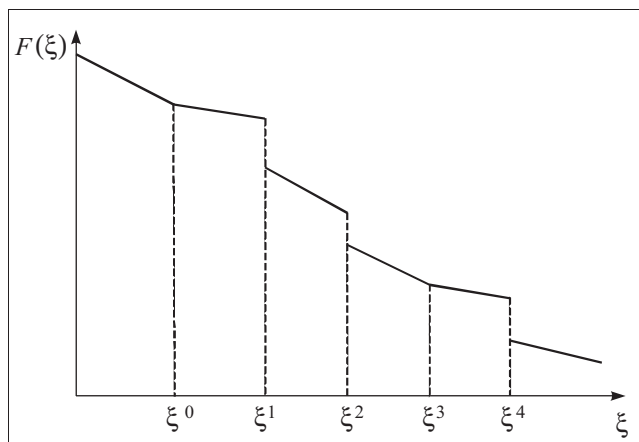


Рис. 2.2. Области устойчивости задачи (2.8–2.16) при росте цен на материальные ресурсы

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 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_{ij}^b .

Но это возможно только в том случае, если при уровне инфляции $\bar{\xi}_1$ объем кредита W будет достаточен для обеспечения материальными ресурсами производственной программы x_{ij}^k , т.е. 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_{ij}^k .

Если неравенство (2.54) выполняется, то переход на программу $x_{i,j}^k$ возможен. Если же неравенство не выполняется, то рассматриваем другое решение $\bar{\xi}_1^\Delta$ уравнений (2.48), которое наименее удалено от $\bar{\xi}_1$. Если $\bar{\xi}_1^\Delta < \bar{\xi}_2$ 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.

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

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 про-

изводственной 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:

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

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

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

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

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

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

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

D_{rp} — 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 , дают объемы выпускаемой продукции в производственной программе и объемы закупок материальных ресурсов производства минимизирующих риск производственной программы при ограничении снизу на ее доходность.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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 АО «НИИЭМП» является одним из ведущих предприятий России в области резисторостроения, ГИС, ЦАП и АЦП и единственным предприятием в России по разработке и производству высоковольтных высокочастотных вакуумных коммутирующих устройств и конденсаторов.

Институт работает в трех сегментах рынка пассивных изделий электронной техники:

- резисторы и резисторные компоненты;
- вакуумные высокочастотные коммутирующие устройства;
- прецизионные наборы тонкопленочных резисторов простые и функциональные и гибридные интегральные микросхемы ЦАП и АЦП ВТ.

В период с 2017 по 2020 гг. в рамках ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ» была осуществлена реконструкция и техническое перевооружение производственных мощностей и научно-производственного комплекса за счет средств федерального бюджета и собственных средств. Проект оценивался в 105 млн руб.

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

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

За время своего существования АО «НИИЭМП» обеспечило создание и промышленный выпуск более 300 типов радиокомпонентов — резисторов, гибридных интегральных микросхем, ва-

куумных 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.

По направлению резисторов и резисторных компонентов АО «НИИЭМП» продолжает 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 -60°C до 300°C ;

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

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. были 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 участвует в программе работ, которая входит в перечень программных мероприятий Госкорпорации «Ростехнологии».

3.2. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ

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

Задача оптимизации валовой прибыли. Исходные данные.

1. 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.
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

Окончание табл. 3.2.1

Производимая продукция	Цена, руб.	Переменные затраты, руб.	Маржинальный доход, руб.	Спрос, ед.
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

2. Сведения о запасе ресурсов предприятия приведены в табл. 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
Толуол	0,49
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	57

3. Информация о производственной базе предприятия приведена в табл. 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	13 867	1
Термостат	0,22	13 867	1
Установка сварки	0,11	13 867	1
Установка совмещения и экспонирования	0,1	13 867	1

С учетом исходных данных о деятельности АО «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:

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

$$\sum_{i=1}^8 t_{i2} x_i \leq 13\ 867,$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i3} x_i \leq 13\ 867,$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i4} x_i \leq 13\ 867,$$

$$\sum_{i=1}^8 t_{i5} x_i \leq 13\ 867;$$

- на затраты электро- и теплоэнергии:

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^1 x_i \leq 80\ 000,$$

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

- на спрос выпускаемых видов продукции:

$$x_i \leq P t_i;$$

- на целочисленность и неотрицательность:

$$x_i \geq 0,$$

$$x_i \in I,$$

$$i = \overline{1,8}.$$

Решением данной задачи будет являться оптимальная программа производства продукции АО «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.

Полученное решение позволяет сделать вывод о том, что максимальная прибыль при реализации расчетной производственной программы составляет 2 656 338, 47 руб. 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 табл. «Потребление и запас ресурсов», приведенной в Приложении.

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-сырьевых 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 руб., запишем задачу оптимизации инвестиций в материальные активы АО «НИИЭМП» следующим образом.

Исходные данные.

1. Параметры производимой продукции приведены в табл. 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

Окончание табл. 3.2.4

Производимая продукция	Цена, руб.	Переменные затраты, руб.	Маржинальный доход, руб.	Спрос, ед.
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	11 592,00	10 079,7	1512,30	195
427ПА4	14 270,00	12 409,01	1860,99	52
К427ПА5Т	19 930,00	18 113,74	1816,26	25

2. Сведения о запасах ресурсов предприятия приведены в табл. 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

3. Информация о производственной базе приведена в табл. 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	15 848	1
Термокамера	0,80	13 867	1
Термостат	0,22	13 867	1
Установка сварки	0,11	13 867	1
Установка совмещения и экспонирования	0,1	13 867	1

4. Информация по кредиту:

кредитный лимит — 2 000 000,00 руб.;

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.

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:

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i1} x_i \leq 15\,848,$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i2} x_i \leq 13\,867,$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i3} x_i \leq 13\,867,$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i4} x_i \leq 13\,867,$$

$$\sum_{i=1}^{13} t_{i5} x_i \leq 13\,867;$$

- на затраты электро- и теплоэнергии:

$$\sum_{i=1}^{13} \sum_{k=1}^5 \delta_{ik}^1 x_i \leq 80\,000,$$

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

- на спрос выпускаемых видов продукции:

$$x_i \leq P t_i;$$

- на целочисленность и неотрицательность:

$$x_i \geq 0,$$

$$x_i \in I,$$

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

- 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 табл. 3.2.7, необходимых для выпуска продукции АО «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
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	127 500
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

Ресурс	Объем запасов, кг, м	Объем закупки, кг, м	Цена единицы ресурса, руб.	Стоимость закупки, руб.
Пластификат 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	868 630
Никель НПА-1		1	932,20	932,2
Гелий		5	712,50	3562,5

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

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

Значение целевой функции при расширении предприятия возрастает в 1,25 раза. Однако, после выплат по кредиту в распоряжении АО «НИИЭМП» остается 2 044 322,10 руб. 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.

В долгосрочном периоде планировании АО «НИИЭМП» целесообразно воспользоваться кредитными средствами с целью приобретения дополнительных материально-сырьевых ресурсов и расширить номенклатуру производимых изделий, так как 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.

Исходя из таблицы норм потребления ресурсов, приведенной в Приложении, 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.

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 табл. 3.2.8.

Таблица 3.2.8

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

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):

— затраты на приобретение материально-сырьевых ресурсов при выпуске одной единицы продукции;

— стоимость приобретения единицы ресурса;

Минимальное значение маржинального дохода — 2 300 000,00 руб., исходя из требования возвратности кредита в 2 000 000,00 руб. и ставки 15% годовых.

Целевая функция будет иметь вид:

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

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:

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

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

...

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

- на производственные мощности:

$$\sum_{i=1}^n \frac{y_i W}{Z t_i} t_{ik} \leq 13\ 867,$$

$$k = 1, 5;$$

- 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:

$$\sum_{i=1}^n \frac{y_i W \bar{c}_i}{Zt_i} \geq D_{rp};$$

- на неотрицательность переменных:

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

Решение задачи дает объем выпускаемой продукции в производственной программе (таблица 3.2.10) и объемы закупок материальных ресурсов производства (Приложение), 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 таб. 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 маржинальных доход от реализации производственной программы в условиях риска составляет 2 300 074,18 руб., что заметно ниже финансового результата в условиях определенности по первым моделям.

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.

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.

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 и др.

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

4. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

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:

- 1) общеэкономические:
 - товарное производство,
 - движение стоимости в сфере товарного обмена,
 - функционирование предприятий на условиях коммерческого расчета;
- 2) специфические:
 - сезонный характер отдельных производств,
 - несогласованность между накоплением средств и их расходом 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 связи с составлением кредитного соглашения.

Кредит берут не потому, что заемщик беден, а потому, что у него в силу объективности кругооборота и оборота капитала в полной мере недостает 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, что бы возможность кредита стала реальностью, нужны определенные условия, по крайней мере, два:

- кредит становится необходимым в том случае, если происходит совпадение интересов кредитора и заемщика;
- 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, совершенствованием технологии производства.

В развитии рыночного хозяйства кредит выполняет следующие основные функции: 1) перераспределительную; 2) замещения денег в обороте; 3) стимулирующую; 4) контрольную.

Сущность функций кредита

Функция	Сущность функции
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
Замещения денег	Кредит создает деньги для безналичного денежного оборота (векселя, чеки, кредитные карточки). В основе лежит антиципированная сущность кредита — возможность предупреждать 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:

- а) ставка рефинансирования ЦБ РФ;
- б) средняя процентная ставка привлечения (ставка привлечения межбанковских кредитов или ставка, уплачиваемая банком по депозитам различного вида);
- в) структура кредитных ресурсов (чем выше доля привлеченных средств, тем дороже должен быть кредит);
- г) спрос на кредит со стороны потенциальных заемщиков (чем меньше спрос, тем дешевле кредит);
- д) срок, на который испрашивается кредит, вид кредита, а точнее степень его риска для банка в зависимости от обеспечения;
- е) стабильность денежного обращения в стране (чем выше темп инфляции, тем дороже должна быть плата за кредит, так как 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 выисканию 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 непосредственно 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 предприятия.

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

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

Краткосрочное кредитование является наименее рискованным, так как кредит обычно выдается в среднем на 3–8 месяцев. В рамках данного периода представляется возможным оценить как экономическую ситуацию в целом по стране, так и кредитоспособность отдельного заемщика, что не всегда удается 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 выделяются:

— 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;

— 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 выделяются:

срочный кредит — это кредит, который выдается полностью непосредственно после составления кредитного договора. Погашается он или периодическими платежами или единократным 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 периодически возникают потребности в оборотных средствах, связанных 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 разрешения 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, ГМЦ;

- 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 предъявителю векселей, учитывая (покупая) их до наступления срока исполнения обязательств по ним и выплачивая предъявителю 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 преимущественного 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 поручи-

тельства 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 конкретизируется 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, конкретизирующей условия привлечения, использования и обслуживания банковского кредита.

Разработка политики привлечения банковского кредита осуществляется по следующим основным этапам:

- определение целей использования привлекаемого банковского кредита;
- 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 процентов 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 процентов 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 встречаются 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.

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 их 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. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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-технологической и организационно-технической структур с по-

следующим 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, обеспечивает 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 вариантов 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 реорганизация 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 использования финансовых ресурсов.

Модель оптимизации прибыли без привлечения кредита и с изначально доступным сырьем и оборудованием. Постановка за-

дачи 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 ; $\tilde{\pi}_i = a_i - b_i$ — 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 заказа 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 приобретать и оборудование, и материально-сырьевые ресурсы производства.

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.

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 ре-

сурсов 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 беспростойной 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.

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:

1) 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;

2) для выпуска новых видов продукции:

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

где z_j — объем закупок материально-сырьевых ресурсов вида j .

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

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

- на размер закупок по кредиту:

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

где 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 заказа 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.

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:

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

где 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.

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.

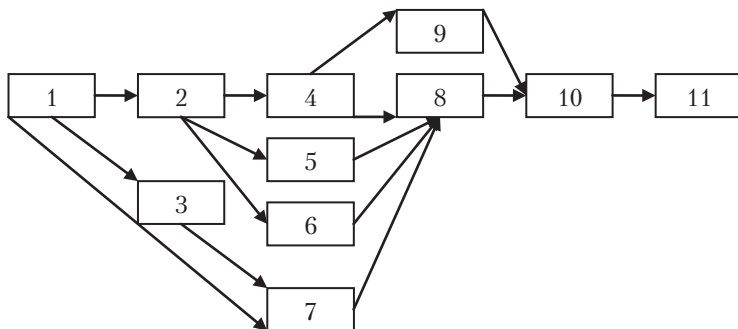


Рис. 5.1. Пример ориентированного графа, определяющего процесс проведения реконструкции

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

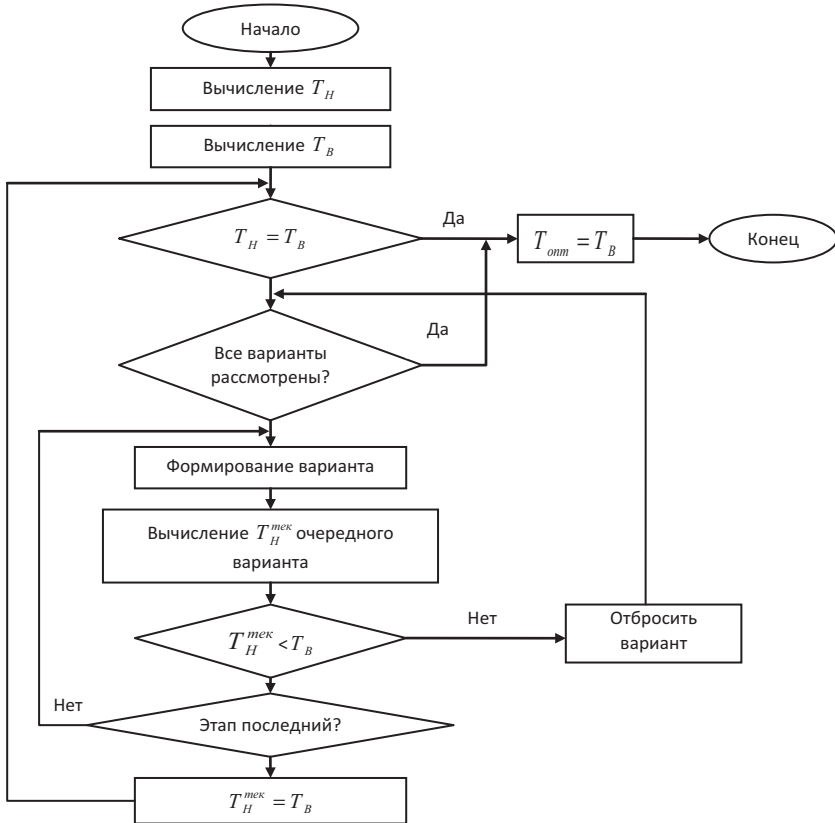


Рис. 5.2. Алгоритм оптимизации времени T_1 реализации проекта на основе метода ветвей и границ

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 $b = (b_1, \dots, b_m)$.

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 .

Вычисления нижних оценок продолжительности оптимального плана представлены далее.

Время выполнения 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 производится 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:

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

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

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

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

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

- 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:

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

$$x_i \leq P, \quad i = \overline{1, \dots, n}; \quad (5.48)$$

- 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.: $\tau_j \varepsilon_j = T_j$, где T_j — календарное время использования 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_p , в этом случае необходимо выбрать $\max(\dot{O}_j + R_i)$.

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).

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} — объем материальных ресурсов вида j , необходимый для получения одной единицы продукции вида i , где $j = 1, M$ 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 $l = 1, \hat{e}$ 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 регламентные 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:

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

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.

Модель оптимизации управления кредитными ресурсами, привлеченными для пополнения оборотных средств. Предполагается, что предприятие, обладающие необходимыми производственными мощностями, выпускающего n видов продукции, использует кредит в объеме V , под ставку $\alpha \times 100\%$ процентов. Обозначим общую

сумму средств, необходимую для закупки материальных ресурсов $COC + V \cdot \beta_j$ — цена единицы материального ресурса вида j .

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

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

целевая функция максимизации прибыли.

При ограничениях:

- на финансовые ресурсы:

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

- 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:

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

- на

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

- 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 $-\alpha \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - COC \right)$ —

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 , необходимое 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 $x = (x_1, \dots, x_{n_1})$ 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.

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 $\max \alpha$ так, чтобы выполнялось неравенство:

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

При ограничениях

- на финансовые ресурсы:

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

- 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 :

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

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:

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

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

- на целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

$$x_i \in Z^+. \quad (5.78)$$

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

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, испытания в рыночных условиях, освоение производства новой продукции, то с учетом ранее используемых обозначений могут быть предложены следующие модели.

Для того чтобы определить, необходимо ли привлекать кредит для закупки дополнительного оборудования, в проекте расширения производства решаются 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.

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:

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

При ограничениях:

- на производственные мощности:

1) для выпуска традиционных видов продукции:

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

2) для выпуска новых видов продукции:

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

- на финансовые ресурсы:

$$\sum_{l=1}^{\hat{e}_1} y_l \gamma_l \leq \text{СИ}; \quad (5.82)$$

- по спросу на выпускаемые виды продукции:

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

- 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).

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:

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

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

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:

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

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

- 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 $x = (x_1, \dots, x_n)$ 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.

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:

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

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

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

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 оборудование 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).

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 .

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i - \sum_{i=1}^{n_1} b_i x_i - \alpha_1 \left(\sum_{i=1}^{n_1} x_i \sum_{j=1}^M \beta_j l_{ij} - \text{COC} \right) - \\ & - \alpha_2 \left(\sum_{l=1}^{k_1} y_l \gamma_l - V_2 \right) \geq \sum_{i=1}^{n_1} a_i x_i^A - \sum_{i=1}^{n_1} b_i^A x_i. \end{aligned} \quad (5.108)$$

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:

$$\sum_j^{M_1} z_j \beta_j \leq \text{COC} + V_1; \quad (5.111)$$

- 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:

$$0 \leq x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, \dots, n_1; \quad (5.118)$$

- на целочисленность объема выпуска по каждому виду продукции:

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

$$y_i \in Z^+, \quad (5.120)$$

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

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:

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

При ограничениях:

- на производственные мощности для выпуска старых и новых видов продукции:

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

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

- на финансовые ресурсы:

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

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

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

- D — ставка дисконтирования;
- at_i — цена реализации одной единицы продукции вида i на временном периоде t ;
- bt_i — переменные затраты на выпуск единицы продукции вида i на временном периоде t ;
- $Zt_{\text{пост}}$ — постоянные затраты на временном периоде t ($t = 1, 2, \dots, T$);
- xt_i — 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;
- P_{ti} — 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 $\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + \xi) = \underbrace{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i}_{\max} + \xi \underbrace{\sum_{i=1}^n x_i^L}_{\max}$, 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 ($j = 1, \dots, L-1$), 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 $x^j, j = L + 1, \dots, N$.

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_j , 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

$x^L \in O$, 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 $\sum_{i=1}^n x_i^L (c_i + k_i \xi) = \underbrace{\sum_{i=1}^n x_i^L c_i}_{\max} + \xi \underbrace{\sum_{i=1}^n k_i x_i^L}_{\max}$, 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 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:

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

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 , $j = L + 1, \dots, N$.

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, т.е. $x_{\text{опт}} \in \bar{X}$, 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 .

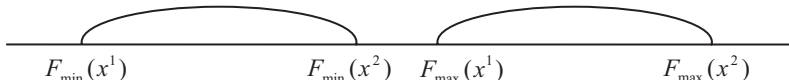


Рис. 5.3. Значение целевой функции в первом случае, когда области не пересекаются

Рассмотрим второй случай (см. рис. 5.4), когда

$$[F_{\min}(x^1); F_{\max}(x^1)] \cap [F_{\min}(x^2); F_{\max}(x^2)] \neq \emptyset.$$

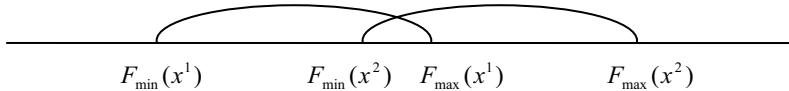


Рис. 5.4. Значение целевой функции для второго случая, когда области пересекаются

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 c_1 и c_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.

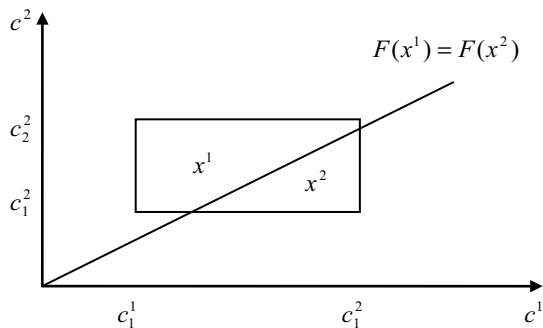


Рис. 5.5. Области оптимальности первого и второго вариантов

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 : $c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 \geq v$.

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. 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:

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

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

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

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

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 ми-

нимальных партий оптовых закупок на складе; $v_i(t)$ — интенсивность спроса на товары вида i при розничной цене продукта y_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.

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

$$d_i = \frac{\gamma_i}{\alpha_i}; \quad (i=1, 2, \dots, n) \text{ и перенумеруем виды товаров так, чтобы}$$

$$d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_n.$$

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_v .

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_v , 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_n .

Если $F_n = F_v$, то оптимальное решение задачи (6.1–6.4) получено. Этим решением будет допустимое решение, сформированное при вычислении оценки F_n . Если $F_n < F_v$, 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 вы-

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

Если полученное значение $F_{\text{в}}^{\text{тек}}(\tilde{v}_1, \dots, \tilde{v}_n) \leq F$, 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:

- при очередной корректировке $F_{\text{н}}$ его значение становится равным $F_{\text{в}}$;
- 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:

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

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

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

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 за-

емные средства. Для этого решается следующая оптимизационная задача:

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

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 сроком 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:

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

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 $\frac{df^l(\xi)}{d\xi} \leq \frac{df^j(\xi)}{d\xi} \forall j = 1, 2, \dots, M$, $j \neq l$, $\forall \xi \in (0, \theta)$, 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 $k \in \bar{X}_1$, для которого $\xi_{\min 1}$ — решение уравнения $f^l(\xi) = f^k(\xi)$.

Следовательно, при уровне инфляции $\xi > \xi_{\min 1}$ оптимальным становится не портфель оптовых закупок x^l , а портфель x^k . Про-

должив 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 $f_2(0)$:

$$f_1(0) = 25 \cdot 10 \cdot 600 + 20 \cdot 10 \cdot 200 = 190 \text{ 000};$$

$$f_2(0) = 20 \cdot 10 \cdot 600 + 30 \cdot 10 \cdot 200 = 180 \text{ 000}.$$

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 $(f_2(\xi))'$:

$$\frac{df^1(\xi)}{d\xi} = 25 \cdot 10 \cdot 5900 + 20 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 3700 = 2\,955\,000;$$

$$\frac{df^2(\xi)}{d\xi} = 20 \cdot 10 \cdot 5900 + 30 \cdot 10 \cdot 3700 \cdot 2 = 5\,620\,000.$$

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:

$$f_1(\xi) = f_2(\xi);$$

$$25 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 20 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500) = \\ 20 \cdot 10 \cdot (5900 + 5900 \cdot 1 \cdot \xi - 5300) + 30 \cdot 10 \cdot (3700 + 3700 \cdot 2 \cdot \xi - 3500),$$

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:

$$\gamma_i = \begin{cases} \gamma_i^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ \gamma_i^m & P_m \end{cases}, P_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, m, \sum_{j=1}^m P_j = 1,$$

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:

$$\bar{\gamma}_i = \sum_{j=1}^m \gamma_i^j P_j, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

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:

$$\omega_i = \frac{x_i v_i \alpha_i}{F}, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

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; a_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:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 \cdot \left(\frac{x_i v_i \alpha_i}{F} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \text{cov}_{ij} \cdot \left(\frac{x_i v_i \alpha_i}{F} \right) \cdot \left(\frac{x_j v_j \alpha_j}{F} \right) \cdot \min, \quad (6.6)$$

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 .

$$x_i v_i \leq \int_0^T v_i(t) dt, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (6.9)$$

где $\gamma_i(t)$ — интенсивность розничных продаж товара i при цене $\bar{\gamma}_i$.

$$0 \leq x_i \leq \frac{V_i}{v_i}, \quad x_i \in Z^+, \quad (6.10)$$

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:

$$d_i = \frac{\gamma_i - \alpha_i}{\alpha_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

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 y_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	17 000

Вероятности	Канальный вентилятор	Шумоглушитель	Фреоновый охладитель
$\frac{1}{3}$	5600	3650	16 500
$\frac{1}{6}$	5500	3400	16 200

Минимальная партия закупки товаров $v_1 = v_2 = v_3 = 10$ ед.

Объем оборотных средств предприятия F составляет 4 млн руб.

Объем товаров, имеющихся 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 :

$$\bar{\gamma}_1 = 5900 \cdot \frac{1}{2} + 5600 \cdot \frac{1}{3} + 5500 \cdot \frac{1}{6} = 5733,3;$$

$$\bar{\gamma}_2 = 3700 \cdot \frac{1}{2} + 3650 \cdot \frac{1}{3} + 3400 \cdot \frac{1}{6} = 3633,3;$$

$$\bar{\gamma}_3 = 17\,000 \cdot \frac{1}{2} + 16\,500 \cdot \frac{1}{3} + 16\,200 \cdot \frac{1}{6} = 16\,700.$$

Рассчитаем доходности по каждому виду товаров (табл. 6.2):

$$d_1^1 = \frac{5900 - 5300}{5300} = 0,11;$$

$$d_1^2 = \frac{5600 - 5300}{5300} = 0,05;$$

$$d_1^3 = \frac{5500 - 5300}{5300} = 0,03;$$

$$d_2^1 = \frac{3700 - 3300}{3300} = 0,12;$$

$$d_2^2 = \frac{3650 - 3300}{3300} = 0,11;$$

$$d_2^3 = \frac{3400 - 3300}{3300} = 0,03;$$

$$d_3^1 = \frac{17\,000 - 15\,000}{15\,000} = 0,13;$$

$$d_3^2 = \frac{16\,500 - 15\,000}{15\,000} = 0,10;$$

$$d_3^3 = \frac{16\,200 - 15\,000}{15\,000} = 0,08.$$

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:

$$\bar{d}_1 = 0,11 \cdot \frac{1}{2} + 0,05 \cdot \frac{1}{3} + 0,03 \cdot \frac{1}{6} = 0,05;$$

$$\bar{d}_2 = 0,12 \cdot \frac{1}{2} + 0,11 \cdot \frac{1}{3} + 0,03 \cdot \frac{1}{6} = 0,10;$$

$$\bar{d}_3 = 0,13 \cdot \frac{1}{2} + 0,10 \cdot \frac{1}{3} + 0,08 \cdot \frac{1}{6} = 0,11;$$

Вычислим дисперсии доходностей δ_1^2 , δ_2^2 , δ_3^2 :

$$\begin{aligned} \delta_1^2 &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l)^2 P_l = \\ &= (0,08 - 0,11)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,08 - 0,03)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00117; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_2^2 &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_2 - d_2^l)^2 P_l = \\ &= (0,10 - 0,12)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,10 - 0,11)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,10 - 0,03)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00105; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_3^2 &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_3 - d_3^l)^2 P_l = \\ &= (0,11 - 0,13)^2 \cdot \frac{1}{2} + (0,11 - 0,10)^2 \cdot \frac{1}{3} + (0,11 - 0,08)^2 \cdot \frac{1}{6} = 0,00038. \end{aligned}$$

Вычислим значения и $cov_{12}, cov_{13}, cov_{23}$:

$$\begin{aligned} cov_{12} &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l) \cdot (\bar{d}_2 - d_2^l) \cdot P_l = \\ &= (0,08 - 0,11) \cdot (0,10 - 0,12) \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05) \cdot (0,1 - 0,11) \cdot \frac{1}{3} + \\ &\quad + (0,08 - 0,03) \cdot (0,1 - 0,03) \cdot \frac{1}{6} = 0,00078; \\ cov_{13} &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_1 - d_1^l) \cdot (\bar{d}_3 - d_3^l) \cdot P_l = \\ &= (0,08 - 0,11) \cdot (0,11 - 0,13) \cdot \frac{1}{2} + (0,08 - 0,05) \cdot (0,11 - 0,1) \cdot \frac{1}{3} + \\ &\quad + (0,08 - 0,03) \cdot (0,11 - 0,08) \cdot \frac{1}{6} = 0,00065; \\ cov_{23} &= \sum_{l=1}^3 (\bar{d}_2 - d_2^l) \cdot (\bar{d}_3 - d_3^l) \cdot P_l = \\ &= (0,1 - 0,12) \cdot (0,11 - 0,13) \cdot \frac{1}{2} + (0,1 - 0,11) \cdot (0,11 - 0,1) \cdot \frac{1}{3} + \\ &\quad + (0,1 - 0,03) \cdot (0,11 - 0,08) \cdot \frac{1}{6} = 0,00052. \end{aligned}$$

Сформируем в численном виде модель (6.6–6.10) для рассматриваемого примера:

$$\begin{aligned} &0,00117 \cdot \left(\frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4\,000\,000} \right)^2 + 0,00105 \cdot \left(\frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4\,000\,000} \right)^2 + \\ &+ 0,00038 \cdot \left(\frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4\,000\,000} \right)^2 + 2 \cdot \left(0,00078 \cdot \frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4\,000\,000} \cdot \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4\,000\,000} + \right. \\ &+ 0,00065 \cdot \frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4\,000\,000} \cdot \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4\,000\,000} + 0,00052 \cdot \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4\,000\,000} \times \\ &\quad \left. \times \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15000}{4\,000\,000} \right) \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Определим значение граничной доходности портфеля как $D_{rp} = = 230\,000$.

$$\begin{aligned} &x_1 \cdot 10 \cdot (5733,3 - 5300) + x_2 \cdot 10 (3633,3 - 3300) + \\ &\quad + x_3 \cdot 10 (16\,700 - 15\,000) \geq 230\,000; \end{aligned}$$

$$\frac{x_1 \cdot 10 \cdot 5300}{4\,000\,000} + \frac{x_2 \cdot 10 \cdot 3300}{4\,000\,000} + \frac{x_3 \cdot 10 \cdot 15\,000}{4\,000\,000} \leq 1;$$

$$x_1 \cdot 10 \leq 100 \Rightarrow x_1 \leq 10;$$

$$x_2 \cdot 10 \leq 120 \Rightarrow x_2 \leq 12;$$

$$x_3 \cdot 10 \leq 150 \Rightarrow x_3 \leq 15.$$

$$0 \leq x_1 \leq \frac{200}{10} = 20;$$

$$0 \leq x_2 \leq \frac{300}{10} = 30;$$

$$0 \leq x_3 \leq \frac{90}{10} = 9; x_i \in Z^+,$$

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:

$$\sum_{i=1}^n \int_0^T \mu_i(t) \gamma_i(t) dt + \left[F - \sum_{i=1}^n x_i \nu_i \alpha_i \right] \rightarrow \max, \quad (6.11)$$

где $\mu_i(t)$ — интенсивность продаж товара вида i в момент времени t ; $y_i(t)$ — розничная цена товара вида i в момент времени t .

Далее будем считать, что цена $y_i(t)$ 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.

$$\int_0^T v_i(t) dt \geq x_i v_i, \quad (6.15)$$

$$0 \leq x_i \leq k_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (6.16)$$

$$k_i = \frac{v_i}{\bar{\alpha}_i}, \quad (6.17)$$

$$x_i \in Z^+. \quad (6.18)$$

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.

1. *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 :

$$W_1 = \min \left\{ V_1; \int_0^T v_i(t) dt \right\},$$

где V_1 — объем товара на складе; $v_i(t)$ — 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

$$W_2 = \min \left\{ V_2; \int_0^T v_2(t) dt; \frac{F - W_1 \alpha_1}{\alpha_2} \right\}. \text{ Если деньги остались после при-}$$

обретения 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 , де-

ленная 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:

$$F_B = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \gamma_i^{\max}.$$

2. 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:

$$\int_{\tau_{\min}^i}^T v_i(t) dt = W_i^i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

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:

$$\int_{\tau_{\max}^i}^T i_i(t) dt = \tilde{W}_i, i = 1, 2, \dots, n.$$

$F_a(V / \tilde{W})$ — 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 $F_a(V / \tilde{W})$ 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):

- вычисление верхней оценки F_B ;
- 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.

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 F^* 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, т.е. $v_1(t) = 10 \frac{\text{ед.}}{\text{день}}$; оптовая цена данного товара за единицу — 5300 руб., т.е. $a_1 = 5300$ руб./ед.; розничная цена за единицу товара первого вида $y_1(t)$ в начале месяца составляет 5900 руб., т.е. $y_1(0) = 5900$ 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. $a_2 = 2700$ руб./ед.; розничная цена за единицу товара данного вида в начале месяца — 3700 руб., т.е. $y_2(0) = 3700$ 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, $a_3 = 25\,000$ руб./ед.; розничная цена за единицу фреонового охладителя в начале месяца составляет 30 000 руб., т.е. $y_3(0) = 30\,000$ 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 $y_i(t)$ в момент времени t :

$$\gamma_i(t) = \gamma_i(0) + \gamma_i(0) \cdot k \cdot t \cdot n_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Определим τ_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:

$$V_{\max}^1 = \int_{27}^{30} 10 \cdot \left(5900 + 5900 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 178\,681,5.$$

Для шумоглушителей:

$$V_{\max}^2 = \int_{26}^{30} 15 \cdot \left(3700 + 3700 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 168\,081,75.$$

Для фреоновых охладителей:

$$V_{\max}^3 = \int_{28}^{30} 20 \cdot \left(30\,000 + 30\,000 \cdot \frac{0,01}{30} \cdot 1 \cdot t \right) dt = 1\,211\,600.$$

Далее определим максимальную цену розничных продаж, исходя из формулы:

$$\gamma_i^{\max} = \frac{V_{\max}^i}{v_i}, \quad i = 1, 2, 3,$$

где γ_i^{\max} — максимально возможная розничная цена на товар вида i с учетом инфляции; V_{\max}^i — максимально возможная выручка от роз-

ничной продажи одной минимальной партии товара вида i с учетом инфляции; v_i — минимальный объем закупки товара вида i оптом.

$$\gamma_1^{\max} = \frac{178\,681,5}{30} = 5956,05 \text{руб.}$$

$$\gamma_2^{\max} = \frac{168\,081,75}{60} = 2801,36 \text{руб.}$$

$$\gamma_3^{\max} = \frac{1\,211\,600}{40} = 30\,290 \text{руб.}$$

Определим максимальные доходности каждого вида товаров по формуле:

$$d_i = \frac{V_{\max}^i}{\alpha_i v_i};$$

$$d_1 = \frac{178\,681,5}{30 \cdot 5300} = 1,124;$$

$$d_2 = \frac{168\,081,75}{60 \cdot 2700} = 1,037;$$

$$d_3 = \frac{1\,211\,600}{40 \cdot 25\,000} = 1,212.$$

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:

$$V_{cn}^i = \int_0^T v_i(t) dt,$$

где V_{cn}^i — суммарный спрос на товар вида i за один месяц; $v_i(t)$ — интенсивность спроса на товар вида i .

$$V_{cn}^1 = \int_0^{30} 10 dt = 300 \text{ ед.}$$

$$V_{cn}^2 = \int_0^{30} 15 dt = 450 \text{ ед.}$$

$$V_{cn}^3 = \int_0^{30} 20 dt = 600 \text{ ед.}$$

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, закупаем 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:

$$F_1 = 3\,500\,000 - 120 \cdot 25\,000 = 500\,000 \text{ руб.}$$

Далее переходим к закупке канальных вентиляторов. Определим объем данного вида товара, приобретаемого оптом:

$$W_1 = \min \left\{ V_1; \int_0^T v_1(t) dt; \frac{\Delta F_1}{\alpha_1} \right\} = \left\{ 200; 300; \frac{500\,000}{5300} \right\} = 94,33.$$

Таким образом, после оптовой закупки канальных вентиляторов деньги закончились. Следовательно, верхняя оценка целевой функции в модели (6.11–6.18) будет равна:

$$F_b = 120 \cdot 30\,290,00 + 94,33 \cdot 5956,05 = 3\,634\,800 + 561\,834,19 = 4\,196\,634,19 \text{ руб.}$$

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:

$$\Delta F_1 = 3\,500\,000 - 120 \cdot 25\,000 - 90 \cdot 5300 = 23\,000 \text{ руб.}$$

Учитывая, что на оставшуюся сумму ни один товар не может быть закуплен, сформируем численно оценку F_n :

$$F_n = 120 \cdot 30\,290,00 + 90 \cdot 5956,05 + 23\,000 = 4\,193\,844,5 \text{ руб.}$$

$F_n < F_b$, 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. 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 отсева в процессе поиска подмножеств решений, которые заведомо не содержат оптимального решения задачи.

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 рис. 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 (рис. 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.

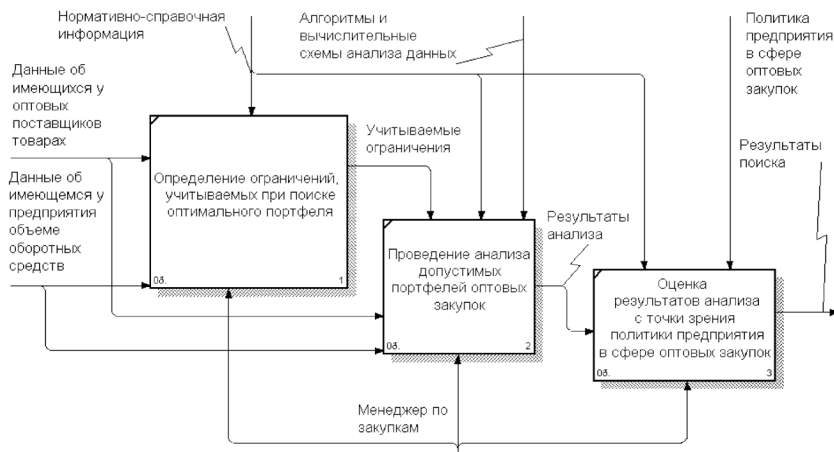


Рис. 6.2. Детализация процесса «Поиск оптимального портфеля оптовых закупок»

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.

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.

1. 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.

2. В процессе поиска решения задачи учитывается ряд ограничений, связанных с:

- имеющимся у предприятия объемом оборотных средств;
- существующим на рассматриваемом периоде времени объемом спроса на реализуемый в розничной продаже товар;

- имеющимся запасом товара на складе оптового поставщика;
- установленным объемом минимальной партии товара при оптовой закупке.

3. Имеется встроенная подсистема, позволяющая осуществлять проверку корректности вводимых пользователем данных.

Принцип действия алгоритма. Принципиальная блок-схема алгоритма, реализованного в программном средстве, изображена на рис. 6.3.

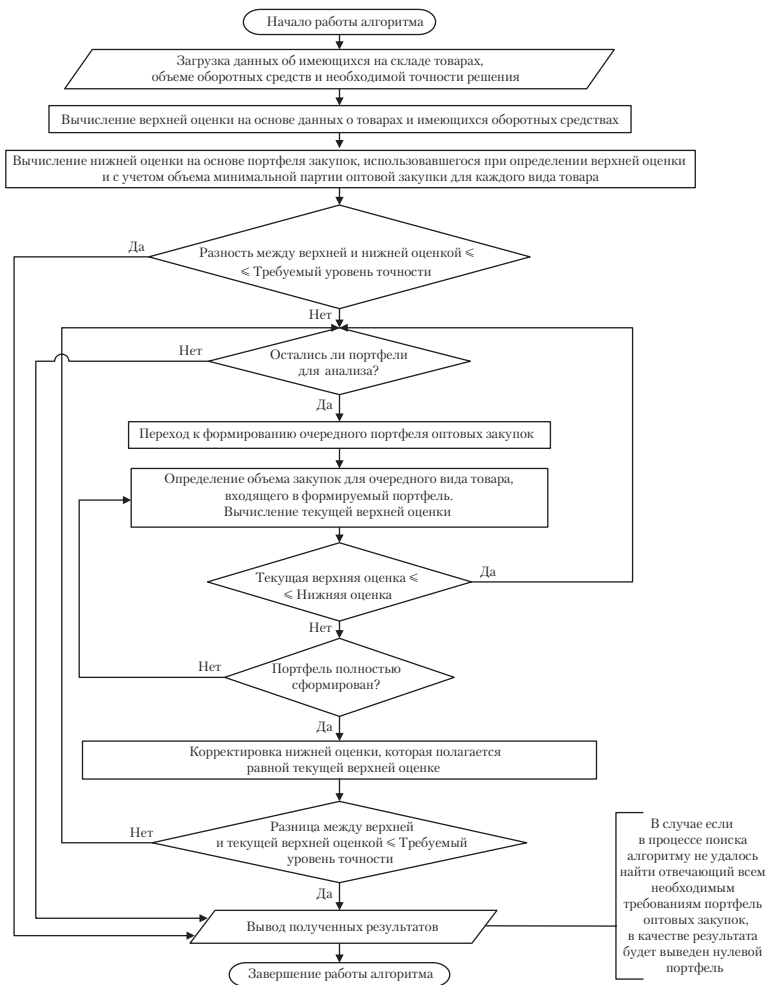


Рис. 6.3. Блок-схема алгоритма нахождения оптимального портфеля оптовых закупок

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.

Программная реализация. Для иллюстрации применения разработанного инструментального средства, реализованного на языке Visual Basic for Application, рассмотрим следующий пример.

Торговая фирма формирует портфель оптовых закупок вентилиционного 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 25 000 руб., розничная цена за единицу фреонового охладителя составляет 30 000 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 рис. 6.4.

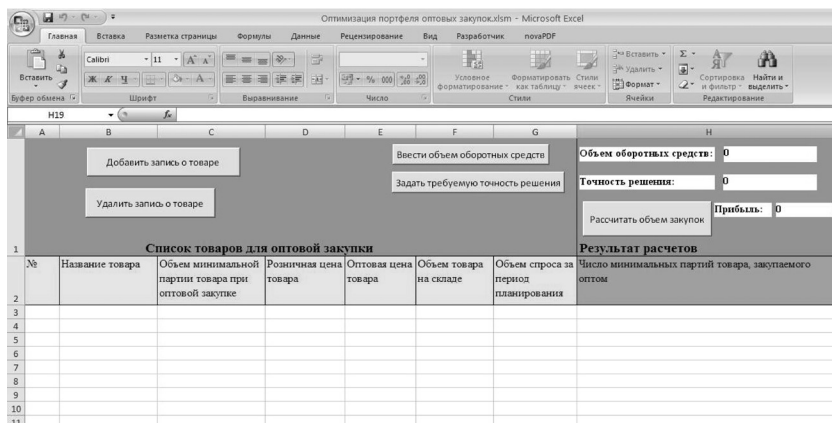


Рис. 6.4. Главная форма программы

Сформируем список товаров для оптовой закупки, нажав на кнопку «Добавить запись о товаре» и заполнив соответствующую форму для каждого вида товара (рис. 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 рис. 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	Число минимальных партий товара, закупаемого оптом
1	Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150	
2	Шумоуловитель	60	3700	2700	300	300	
3	Фреоновый охладитель	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 (рис. 6.7).

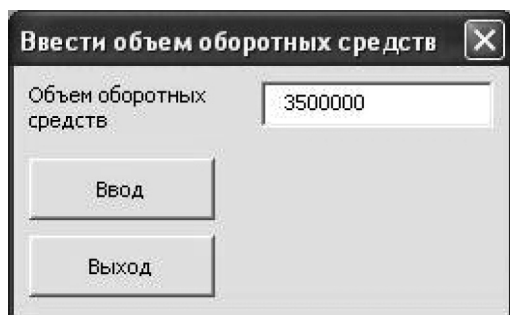


Рис. 6.7. Форма для ввода имеющегося объема оборотных средств

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 рис. 6.8.

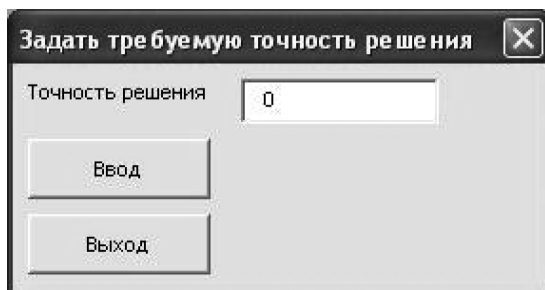


Рис. 6.8. Форма настройки точности решения

Значение точности решения $\delta = 0$ соответствует наиболее точному решению поставленной задачи. В этом случае программа будет осуществлять поиск портфеля оптовых закупок, для которого выполнится равенство $F_{\text{в}}^{\text{тек}} = F_{\text{в}}$.

Для начала поиска решения необходимо нажать на кнопку «Рассчитать объем закупок» на главной форме программы. Результат работы инструментального средства представлен на рис. 6.9.

№	Название товара	Объем минимальной партии товара при оптовой закупке	Розничная цена товара	Оптовая цена товара	Объем товара на складе	Объем спроса за период планирования	Результат расчетов
1	1. Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150	0
2	2. Шумоглушитель	60	3700	2700	300	320	0
3	3. Фреоновый охладитель	60	30000	25000	120	90	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 110 000, и осуществим расчет оптимального портфеля оптовых закупок. Результат работы программы представлен на рис. 6.10.

№	Название товара	Объем минимальной партии товара при оптовой закупке	Розничная цена товара	Оптовая цена товара	Объем товара на складе	Объем спроса за период планирования	Результат расчетов
3	1. Канальный вентилятор	30	5900	5300	200	150	5
4	2. Шумоглушитель	60	3700	2700	300	320	5
5	3. Фреоновый охладитель	60	30000	25000	120	90	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 канальных вентиляторов, 5 партий шумоглушителей и 1 партии фреоновых охладителей. При этом прибыль от реализации данного портфеля по розничным ценам с учетом существующего спроса и имеющихся издержек составит 4 190 000 руб.

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 привлечения кредита.

Далее в работе будут рассмотрены следующие ситуации:

- формирование портфеля инвестиционных проектов без учета риска;
- формирование портфеля инвестиционных проектов без возможности привлечения кредитных ресурсов;
- формирование портфеля инвестиционных проектов с учетом возможности привлечения кредитных ресурсов;
- определение максимальной ставки по кредиту, которая обеспечивает целесообразность привлечения кредита;
- формирование портфеля инвестиционных проектов при интервальном задании *NPV*-проектов;
- 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:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{a_t - b_t}{(1+k)^t}, \quad (7.1)$$

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:

$$\sum_{i=1}^n c_t^i \leq S_t, \quad t = 0, 1, 2, \dots, T. \quad (7.3)$$

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 ограничение 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:

- вводится дополнительная информация об объеме доступных кредитных ресурсов на каждом этапе реализации проектов, а также процентная ставка по каждому из них и срок привлечения;
- рассчитываются финансовые потоки по каждому проекту (кредиту) в каждый из рассматриваемых периодов;
- входящий поток — размер привлеченного кредита;
- исходящий поток — выплата по процентам и основному долгу;
- рассчитывается NPV_k по каждому из кредитов в соответствии с рассчитанными ранее потоками ($k = 1, 2, \dots, m$);
- каждый кредит рассматривается как отдельный инвестиционный проект, и 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:

$$\sum_{i=1}^n c_t^i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m c_t^k \cdot x_k \leq s_t + \sum_{k=1}^m s_t^k \cdot x_k, \quad t=0, 1, 2, \dots, T, \quad (7.7)$$

s_t^k, c_t^k — входящие и исходящие потоки по кредиту k в период t .

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (7.8)$$

Данное ограничение демонстрирует то, что проекты могут финансироваться частично, а кредит может привлекаться только в необходимом размере.

$$x_i \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (7.9)$$

При вводе данного ограничения читаем, 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 сделать 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

$$\sum_{i=1}^n C_t^i \cdot x_i + \sum_{k=1}^m C_t^k(y) \cdot x_k \leq S_t + \sum_{k=1}^m S_t^k \cdot x_k, \quad t=0,1,2,\dots,T, \quad (7.11)$$

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.

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (7.13)$$

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 на то, 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 счет заемного капитала.

Расчетные примеры

Далее рассмотрим расчетные примеры по приведенным 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

Исходные данные

№ 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:

$$4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ 0 \leq x_i \leq 1 \text{ или } x_i \in \{0; 1\}, i = 1, 2, 3, 4. \end{cases}$$

В результате расчетов при отсутствии ограничения на неделимость проектов были получены следующие значения.

Таблица 7.2

Полученное решение (непрерывный случай)

№ 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

Полученное решение (целочисленный случай)

№ 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 неиспользованной.

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

Финансовые потоки по кредиту

№ проекта	Период				NPV
	0	1	2	3	
Кредит 1	40	-48			-3,64
Кредит 2		5	-6		-0,41

И вид задачи несколько преобразуется:

$$4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 - 3,64x_{k_1} - 0,41x_{k_2} \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 - 40x_{k_1} \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 + 48x_{k_1} - 5x_{k_2} \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 + 6x_{k_2} \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ x_i \in \{0; 1\}, i = 1, 2, 3, 4, k_1, k_2. \end{cases}$$

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:

$$y \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 20x_1 + 30x_2 + 35x_3 + 50x_4 - 40x_{k_1} \leq 100 \\ 15x_1 - 10x_2 - 25x_3 - 10x_4 + 40(1+y)x_{k_1} - 5x_{k_2} \leq 0 \\ -10x_1 + 5x_2 - 10x_3 - 40x_4 + 5(1+4)x_{k_2} \leq 0 \\ -40x_1 - 50x_2 - 30x_3 - 30x_4 \leq 0 \\ 4,26x_1 + 11,39x_2 + 16,85x_3 + 13,35x_4 - \left(40 - \frac{40}{1,1}(1+y)\right)x_{k_1} + \left(\frac{5}{1,1} - \frac{5}{1,21}(1+y)\right)x_{k_2} \geq 32,49 \\ x_i \in \{0; 1\}, i = 1, 2, 3, 4, k_1, k_2. \end{cases} \quad (7.14)$$

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 $NVP_i \in [NVP_i^1; NVP_i^2]$.

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.

$$NPV_{\text{портфеля}} \in \left[\sum_{i=1}^n x_i NVP_i^1; \sum_{i=1}^n x_i NVP_i^2 \right], \quad (7.15)$$

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 NVP_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_{23} графически:

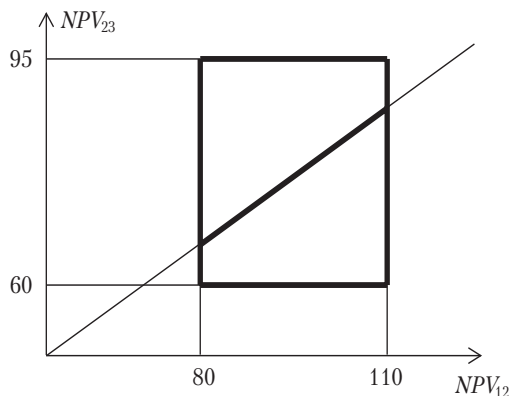


Рис. 7.1. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 1 и 2

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:

$$\left\{ \begin{array}{l} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_{12} \leq NPV_{13} \\ NPV_{12} \leq NPV_{23} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_1 + NPV_2 \leq NPV_1 + NPV_3 \\ NPV_1 + NPV_2 \leq NPV_2 + NPV_3 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 30 \leq NPV_1 \leq 40 \\ 50 \leq NPV_2 \leq 70 \\ 20 \leq NPV_3 \leq 50 \\ NPV_2 \leq NPV_3 \\ NPV_1 \leq NPV_3 \end{array} \right.$$

Рассмотрим сначала данные неравенства в двумерном пространстве, а потом перенесем полученные результаты в трехмерное.

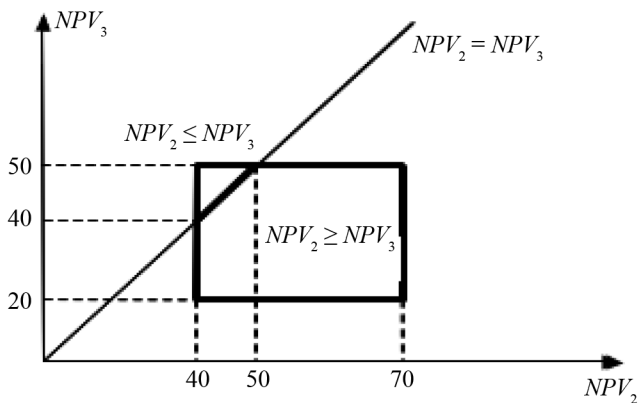


Рис. 7.2. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 2 и 3

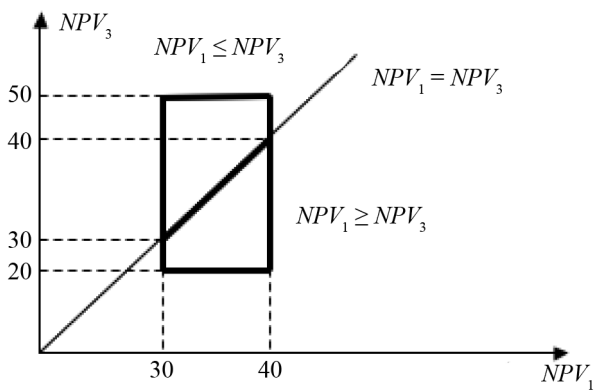


Рис. 7.3. Графическое отображение решения примера для ситуации, когда в портфель входят проекты 1 и 3

Если совместить данные два графика, то в трехмерном 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:

$$NPV_1 \in [30; 40];$$

$$NPV_2 \in [40; 50];$$

$$NPV_3 \in [40; 50].$$

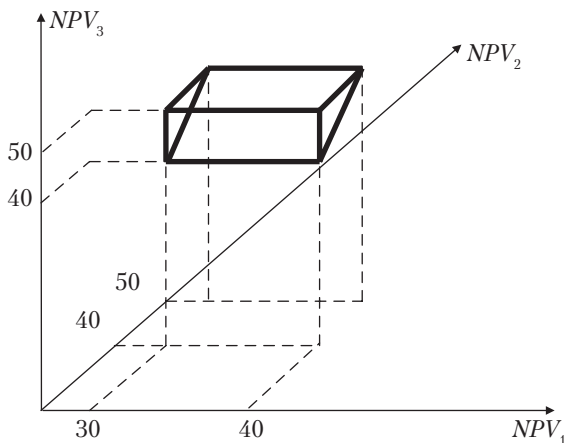


Рис. 7.4. Графическое отображение в трехмерном пространстве области, на которой лучшим будет портфель, состоящий из проектов 1 и 2

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 УЧЕТОМ 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:

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \cdot x_i^2 \cdot d_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \text{cov}_{ij} \cdot x_i \cdot d_i \cdot d_j \rightarrow \min, \quad (7.16)$$

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 объем 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 объеме.

Ограничение на объем доступных финансовых ресурсов:

$$-\sum_{i=1}^n c_i^t x_i \leq S_t, \quad t = 0, 1, 2, \dots, T, \quad (7.17)$$

где c_i^t — минимальное из возможных значений финансового потока по проекту i момент времени t , т.е. $c_i^t = \min_{e=1, \dots, m} c_{ie}^t$.

Ограничение на доходность портфеля:

$$\sum_{i=1}^n \overline{NPV}_i x_i \geq D_{\text{гр}}; \quad (7.18)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i d_i \leq 1, \quad (7.19)$$

где $D_{\text{гр}}$ — 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	119,01
				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 $NPV_1 = 36,36$, а по второму $NPV_2 = 45,45$, соответствующие значения дисперсий по проектам $\sigma_1^2 = 2145,35$, $\sigma_2^2 = 362,68$.

Ковариация же в рассматриваемом случае равняется $cov_{12} = -518,41$.

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.):

$$36,36x_1 + 45,45x_2 \geq 40, 0 \leq x_i, i = 1, 2.$$

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 6000 тыс. руб. на покупку оборудования, а также 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 1000 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 4800 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 табл. 7.7.

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).

Таблица 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	–6800	–800	0,6	1600	–800	0,6	6400
			0,3	1400		0,3	6200
			0,1	900		0,1	5700
Проект 2	–1000	–1000	0,6	1300	–1000	0,6	1300
			0,3	1150		0,3	1150
			0,1	800		0,1	800
Проект 3	–900	–900	0,6	1100	–900	0,6	1100
			0,3	1000		0,3	1000
			0,1	850		0,1	850

Были рассчитаны совместные вероятности событий и получены следующие числовые характеристики для распределений денежных потоков, представленные в табл. 7.8.

Таблица 7.8

Числовые характеристики распределения NPV

Проект	Математическое ожидание NPV	Стандартное отклонение 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 тыс. руб.)

$$658,71^2 x_1^2 + 472,85^2 x_2^2 + 247,48^2 x_3^2 + 2 \cdot 191\,859,67 x_1 x_2 + \\ + 2 \cdot 103\,309,05 x_1 x_3 + 2 \cdot 115\,853,72 x_2 x_3 \rightarrow \min.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ограничения на финансы:} \\ 68\,000 x_1 + 1000 x_2 + 900 x_3 \leq 7000 \\ -700 x_1 - 205 x_2 - 145 x_3 \leq 0, \quad t = 1, \dots, 10 \\ -55\,000 x_1 - 205 x_2 - 145 x_3 \leq 0, \quad t = 11 \\ \text{Ограничения на доходность:} \\ 4493,48 x_1 + 1131,73 x_2 + 607,81 x_3 \geq 0 \\ \sum_{i=1}^3 x_i = 1, \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3. \end{array} \right.$$

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:

$$\begin{array}{ccc} x_1 & x_2 & x_3 \\ 0 & 0 & 1. \end{array}$$

При этом оптимальной суммой для вложения является 900 тыс. руб. ежемесячно. Инвестируя столько 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.

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.

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i - \sum_{i=1}^n b_i x_i - Z_{\text{пост}} \rightarrow \max; \quad (8.1)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{il} x_i \leq k_l \tau_l, \quad l = \overline{1, k}; \quad (8.2)$$

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} x_i \leq L_j, \quad j = 1, \dots, M; \quad (8.3)$$

$$x_i \geq Z_{\text{ак}}, \quad x_i \leq P t_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (8.4)$$

$$x_i \in Z^+. \quad (8.5)$$

Задача 2.

$$\sum_{j=1}^M z_j \alpha_j + \sum_{l=1}^k y_l \beta_l \rightarrow \min; \quad (8.6)$$

$$\sum_{i=1}^n l_{ij} x_i \leq z_j + L_j, \quad j = 1, \dots, M; \quad (8.7)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{il} x_i \leq (k_l + y_l) \tau_l, \quad l = 1, 2, \dots, k; \quad (8.8)$$

$$x_i \geq Z_{акi}, \quad x_i \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (8.9)$$

$$x_i \in Z^+, \quad z_j \geq 0, \quad y_l \in Z^+. \quad (8.10)$$

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;

a_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 ;

$Z_{акi}$ — объем заказа на продукцию вида i ;

Pt_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.

$$L_j = \begin{cases} L_j^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots & P_v \geq 0, \quad v = 1, 2, \dots, d, \quad j = 1, 2, \dots, M. \\ L_j^d & P_d \end{cases}$$

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:

$$\tau_l = \begin{cases} \tau_l^1 & P_1 \\ \dots\dots\dots & P_v \geq 0, \quad v = 1, 2, \dots, d, \quad l = 1, 2, \dots, k. \\ \tau_l^d & P_d \end{cases}$$

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_1 по правилу: в Ω_1 входит вариант v ($v = 1, 2, \dots, d$), если $\overline{F}_v \leq D_{гр}$. 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 и $\overline{F}_1, \dots, \overline{F}_d$, сузив тем самым множества Ω и Ω_1 , что, соответ-

ственно, 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 петлей или специальным ориентированным графом (рис. 8.1).

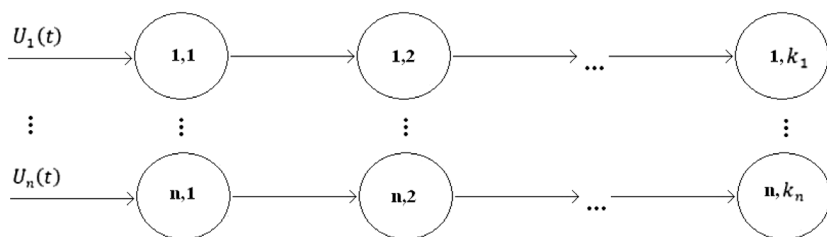


Рис. 8.1 Технологическая схема выпуска конечной продукции

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 $U_i(t)$ ($U_{i1}(t), \dots, U_{im}(t)$), 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 ко-

нечной 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 $(0, t')$.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijq}(t)}{q_{ijq}^0(t)} \cdot \alpha_{ijgl} \leq C_l; \quad (8.13)$$

$$l = 1, 2, \dots, M \forall t \in (0, T);$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = 1, 2, \dots, k_i;$$

$$g = 1, 2, \dots, m.$$

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 $q_{ijq}^0(t)$ обработки материальных ресурсов вида g на операции O_{ij} ;

$\alpha_{ijg}(t)$ — искомая производительность обработки материальных ресурсов вида g на операции O_{ij} в момент t . Предполагается, что если производительность на операции $O_{ij} q_{ijq}(t) > q_{ijq}^0(t)$, то объем

производственных ресурсов должен быть увеличен в $\frac{q_{ijq}}{q_{ijq}^0}$ раз.

$$\int_0^T q_{ik}(t) dt \geq Z_{ak_i}; \quad (8.14)$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$g = 1, 2, \dots, m.$$

Ограничение (8.14) означает, что продукция вида i на временном интервале $(0, T)$ должна быть произведена в объеме не менее Z_{ak_i} .

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Pt_i; \quad (8.15)$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$g = 1, 2, \dots, m.$$

Ограничение (8.15) свидетельствует о том, что продукция вида i должна быть произведена в объеме не более, чем существующий спрос Pt_i .

$$q_{ijg} \geq 0 \quad \forall t \in (0, T); \quad (8.16)$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = 1, 2, \dots, k_i;$$

$$g = 1, 2, \dots, m.$$

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_{i1g} — 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 (8.14), может быть сформулирована следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^M W_{i1g} \alpha_g + \sum_{l=1}^M y_l \gamma_l \rightarrow \min; \quad (8.17)$$

$$V_{i1g}(0) + W_{i1g}(0) \geq \int_0^{t'} q_{i1g}(t) dt \quad \forall t' \in (0, T), \quad (8.18)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad g = 1, 2, \dots, m.$$

$$V_{ijg}(0) + \int_0^{t'} q_{ij-1g}(t) dt \geq \int_0^{t'} q_{ijg}(t) dt, \forall t' \in (0, T), \quad (8.19)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad g = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijg}(t)}{q_{ijg}^0(t)} \cdot q_{ijgl} \leq C_l + y_l, \quad (8.20)$$

$$l = 1, 2, \dots, M, \quad g = 1, 2, \dots, m, \quad \forall t \in (0, T)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Z_{ak_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (8.21)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \leq Pt_i, \quad (8.22)$$

$$q_{ijg}(t) \geq 0 \quad \forall t \in (0, T), \quad y_l \in Z^+, \quad W_{ilg} \geq 0, \quad (8.23)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad g = 1, 2, \dots, m.$$

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 .

$$\sum_{i=1}^n (a_i(0) + n_i a_i(0) \cdot \xi) x_i - \sum_{i=1}^n (b_i(0) + m_i a_i(0) \cdot \xi) x_i - Z_{\text{пост}}(\xi) \rightarrow \max. \quad (8.1')$$

Преобразуя выражение (8.1') и полагая, что постоянные издержки $Z_{\text{пост}}$ также растут линейно относительно накопленной инфляции, получим:

$$\begin{aligned} Z_{\text{пост}}(\xi) &= Z_{\text{пост}}(0) + \theta Z_{\text{пост}}(0) \cdot \xi; \\ &\sum_{i=1}^n a_i(0) x_i - \sum_{i=1}^n b_i(0) x_i + \sum_{i=1}^n n_i \cdot \xi \cdot a_i(0) x_i - \\ &- \sum_{i=1}^n m_i \cdot \xi \cdot b_i(0) x_i - Z_{\text{пост}}(0) - \theta Z_{\text{пост}}(0) \cdot \xi \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (8.23)$$

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 $\bar{X} = \{x^1, \dots, x^N\}$ 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.:

$$\varphi^j(\xi) = \sum_{i=1}^n a_i(\xi)x_i^j - \sum_{i=1}^n b_i(\xi)x_i^j - Z_{\text{пост}}(\xi), \quad j = 1, 2, \dots, N.$$

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 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 $\exists \xi_{l+1}, \dots, \xi_N$ такие, что при $\xi_j > \xi_l$ ($j = l+1, \dots, N$) $\varphi^j(\xi) > \varphi^l(\xi)$.

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 интервал изменения накоп-

ленной 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:

$$Z_{\text{ак}_i} \leq x_i \leq Pt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Минимальное количество единиц производственного оборудования, необходимое для того, чтобы задача (8.1)–(8.5) имела допустимые решения, может быть вычислено по формуле:

$$\min_{k_l} \left\{ \sum_{i=1}^n t_{il} Z_{\text{ак}_i} \leq k_l \tau_l \right\} = k_l^{\min}, \quad l = 1, 2, \dots, k. \quad (8.25)$$

Минимальный объем материальных ресурсов, обеспечивающий решение задачи (8.1)–(8.5), определяется по формуле:

$$L_j^{\min} = \sum_{i=1}^n l_{ij} Z_{\text{ак}_j}, \quad j = 1, 2, \dots, M. \quad (8.26)$$

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:

$$\min_{k_l} \left\{ \sum_{i=1}^n t_{il} Pt_i \leq k_l \tau_l \right\} = k_l^{\max}, \quad l = 1, 2, \dots, k; \quad (8.27)$$

$$L_j^{\max} = \sum_{i=1}^n l_{ij} Pt_i, \quad j = 1, 2, \dots, M. \quad (8.28)$$

Учитывая соотношения (8.25)–(8.28), любое допустимое решение модели (8.1)–(8.5) $x = (x_1, \dots, x_n)$, такое, что $Z_{\text{ак}_j} \leq x_i \leq Pt_i$ использует объемы материальных ресурсов и объемы необходимых единиц оборудования в следующих диапазонах:

$$L_j^{\min} \leq L_j \leq L_j^{\max}, \quad j = 1, 2, \dots, M; \quad (8.29)$$

$$k_l^{\min} \leq k_l \leq k_l^{\max}, l=1, 2, \dots, k. \quad (8.30)$$

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 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 $\bar{X}^j = \{x_1^j, \dots, x_i^j\}$, $j=1, 2, \dots, L$.

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 детерминированно. 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 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:

$$\left(\int_0^T q_{ik_i g}(t) dt \right) / l_{ig}$$

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 (8.30) 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:

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 y_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n \text{cov}_{ij} y_i y_j. \quad (8.32)$$

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:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i \int_0^T q_{ik_i}(t) dt \rightarrow \max, \quad (8.33)$$

$$V_{ijg}(0) + \int_0^{t'} q_{ij-1g}(t) dt \geq \int_0^{t'} q_{ijg}(t) dt \forall t' \in (0, T), \quad (8.34)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i,$$

$$\sum_{i=1}^n y_i \leq 1, \quad (8.35)$$

$$\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 y_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \text{cov}_{ij} y_i y_j \leq R_g. \quad (8.36)$$

В правой части неравенства (8.36) величина R_g задает уровень допустимого риска доходности производственной программы.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \frac{q_{ijg}(t)}{q_{ijg}^0(t)} \cdot \alpha_{ijgl} \leq C_l \forall t \in (0, T), \quad (8.37)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad g = 1, 2, \dots, m,$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \geq Z_{ak_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad (8.38)$$

$$\int_0^T q_{ik_i}(t) dt \leq Pt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad (8.39)$$

$$q_{ijg}(t) \geq 0 \forall t \in (0, T), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k_i, \quad g = 1, 2, \dots, m. \quad (8.40)$$

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 лазерно-гравировальных станков. Материальные ресурсы, используемые для производства одной единицы продукции, представлены в табл. 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 300 000 руб.

Время производства для одной единицы каждого вида продукции приведено в табл. 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 табл. 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 табл. 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	15 000 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 табл. 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	200 000	260 000
Печь для закалки стекла	2 100 000	2 500 000
Лазерно-гравировальный станок	240 000	300 000

Постоянные издержки составляют 700 000 руб.

Запишем модель первого уровня.

Целевая функция:

$$260\,000x_1 + 2\,500\,000x_2 + 300\,000x_3 - 200\,000x_1 - 2\,100\,000x_2 - 240\,000x_3 - 700\,000 \rightarrow \max$$

Здесь x_i количество произведенных единиц товара i -го вида, $i = 1, 2, 3$.

Ограничения на материальные ресурсы:

Пластмасса $2,50x_1 + 1,50x_2 + 3,40x_3 \leq 1500$.

Сталь..... $7,00x_1 + 6,00x_2 + 8,50x_3 \leq 15\,000$.

Резина $1,20x_1 + 1,00x_2 + 2,10x_3 \leq 1000$.

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:

$$0,7 \cdot x_1 + 2,5x_2 + 0,8x_3 \leq 70.$$

Ограничения на спрос и заказ:

Печь для моллирования стекла..... $50 \leq x_1 \leq 70$.

Печь для закалки стекла $25 \leq x_2 \leq 40$.

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:

$$350z_1 + 410z_2 + 250z_3 + 270z_4 + 300\ 000y \rightarrow \min.$$

Здесь z_i — объем дополнительно закупаемых материальных ресурсов вида i , $i = 1, 4$; y — количество дополнительно закупаемых единиц оборудования.

Ограничения на материальные ресурсы:

Пластмасса $2,50x_1 + 1,50x_2 + 3,40x_3 \leq 1500 + z_1$.

Сталь..... $7,00x_1 + 6,00x_2 + 8,50x_3 \leq 15\ 000 + z_2$.

Резина $1,20x_1 + 1,00x_2 + 2,10x_3 \leq 1000 + z_3$.

Стекло $1,60x_1 + 1,20x_2 + 2,50x_3 \leq 2000 + z_4$.

Ограничение на производственную мощность:

$$0,7 \cdot x_1 + 2,5x_2 + 0,8x_3 \leq 70(1 + y).$$

Ограничения на спрос и заказ:

Печь для моллирования стекла..... $50 \leq x_1 \leq 70$.

Печь для закалки стекла $25 \leq x_2 \leq 40$.

Лазерно-гравировальный станок $25 \leq x_3 \leq 50$.

Ограничение на целочисленность и неотрицательность:

$$x_1, x_2, x_3, y \in Z^+, z_i \geq 0, i = \overline{1,4}.$$

Решая данную оптимизационную задачу, получим, что минимальный объем инвестиций, который необходим для выполнения заказа, составляет 300 000 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 15 900 000 руб.

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 $m+1, \dots, m1$ — складируемые 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 оргграфом $G(m, n)$ 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 (складируемые ресурсы при этом для всех видов работ в необходимых объемах выделены), нижняя граница T_n вычисляется по следующей формуле:
$$T_n = \max \left\{ S_{\text{кр}}, \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n t_i \right\}.$$

Здесь $S_{\text{кр}}$ — длина критического пути ориентированного графа $G(m, n)$.

Шаг 2. Вычисление верхней границы продолжительности календарного плана на оптимальном решении.

Верхняя граница T_v может быть получена путем формирования допустимого календарного плана и вычисления его продолжительности, которая и будет принята в качестве T_v .

Шаг 3. Если $T_B = T_H$, то решение задачи получено и это будет календарный план, длина которого равна T_B .

Шаг 4. Если $T_B > T_H$, то продолжить анализ допустимых календарных планов, вычисляя при этом каждый раз текущую нижнюю оценку $T_H^{\text{тек}}(\tau)$ в момент завершения очередной работы по формуле:

$$T_H^{\text{тек}}(\tau) = \tau + \max_{i=1,k} \left\{ S'_i, \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n t'_i \right\}.$$

Здесь τ — момент времени завершения одной из работ при формировании текущего допустимого календарного плана;

k — число путей в графе $G(m, n)$;

S'_i — длина пути ориентированного графа S'_i с учетом полного или частичного выполнения работ, входящих в путь с номером i ;

t'_i — длина работы с номером i с учетом полного или частичного ее выполнения к моменту времени τ ;

M — число исполнителей работ.

Если $T_H^{\text{тек}}(\tau) \geq T_B$, то формирование текущего календарного плана прекращается, так как его продолжительность будет не менее T_B и, следовательно, он не будет оптимальным.

Если же $T_H^{\text{тек}}(\tau) < T_B$, то продолжаем формировать дальше данный календарный план.

Таким образом, вычисляя $T_H^{\text{тек}}(\tau)$ каждый раз после окончания очередной работы, формируемый план будет либо отбракован, 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 $T_B = T_H$, то оптимальный календарный план сформирован. Если $T_B > T_H$, 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 прекра-

щать после достижения соотношения $(T_v - T_n) \leq \Delta$, где Δ — заданная точность решения задачи.

Рассматривая предыдущую задачу, мы не учитывали влияние интенсивности поставок складировуемых ресурсов на продолжительность работ.

Будем далее полагать, что интенсивность поставок складировуемого 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 складировуемого ресурса; $q_i(t)$ — интенсивность поставки складировуемого ресурса, которая обеспечивает выполнение работы i за минимальное время t_i .

Скорректировав все длительности работ с учетом данной формулы, далее для оптимизации календарного плана может быть использован 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.

$$t_i = \begin{bmatrix} t_i^1 & p_1 \\ \dots & \dots \\ t_i^m & p_m \end{bmatrix}; p_j \geq 0; \sum_{j=1}^m p_j = 1.$$

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 которого 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: $\bar{t}_i = \sum_{j=1}^3 t_i^j P_j$. 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-х исполнителей может быть изображен следующей диаграммой Ганта:

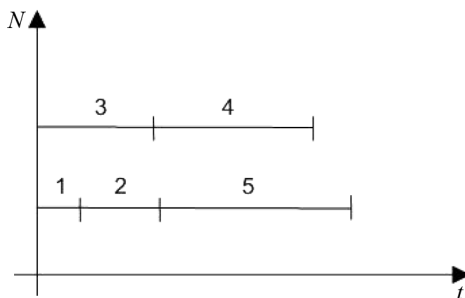


Рис. 9.1. Оптимальный календарный план по критерию минимизации математического ожидания его продолжительности

Продолжительность календарного плана, исходя из того, что в качестве длительности выполнения работ берутся их математические ожидания $T_{онт} = t_1 + t_2 + t_5 = 7,9$.

Далее определим риск этого календарного плана исходя из величины дисперсии его продолжительности по формуле:

$$R_1 = \sum_{i \in D_0} d_i^2 \tau_i^2 + 2 \sum_{i \in D_0} \sum_{j \in D_0} d_i d_j \cdot cov_{ij}.$$

Учитывая, что в D_6 входят работы 1,2,5 и, рассчитав d_i по формуле $d_i = \frac{\bar{t}_i}{\sum_{j \in D_6} \bar{t}_j}$, получив таким образом, что d_i — это доля математического ожидания продолжительности работы i в математическом ожидании продолжительности календарного плана, рассчитаем R_1 с учетом формул:

$$\tau_i^2 = \sum_{e=1}^m (\bar{t}_i - t_i^e)^2 \cdot P_e;$$

$$\text{cov}_{ij} = \sum_{e=1}^m (t_j - t_j^e)(\bar{t}_i - t_i^e) \cdot P_e.$$

Второй подход количественной оценки риска календарного плана основан на определении вероятности того, что $T_{\text{онт}} \geq \Delta_{\text{гр}}$. Если в качестве такого граничного уровня взять $\Delta_{\text{гр}} = 8,05$, то с учетом табл. 9.1 оценка риска по этому критерию равна $R_2 = P\{T_{\text{онт}} \geq 8,05\} = 0,2$.

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 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 продолжительность 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.

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 рис. 9.2.

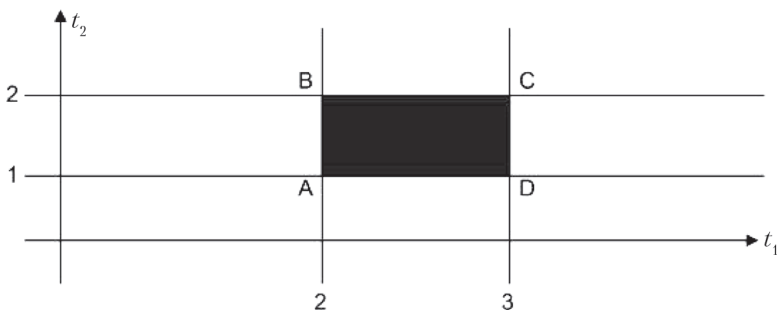


Рис. 9.2. Область допустимых значений при интервальном задании длительностей работ

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 (рис. 9.3).

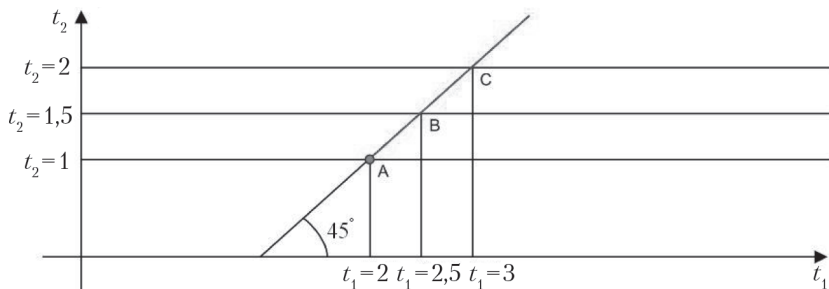


Рис. 9.3. Множество длительностей двух работ при возмущении $\varepsilon > 0$ ($0, \infty$)

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 $t_1 = 2; t_2 = 1$ и $t_1^2 = 4; t_2^2 = 3$. Данная ситуация проиллюстрирована на рис. 9.4.

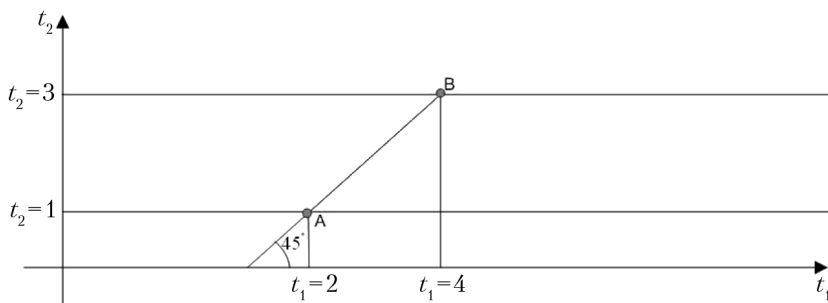


Рис. 9.4. Множество допустимых значений длительностей работ 1 и 2 в ситуации, когда начальные значения длительностей $t_1 = 2; t_2 = 1$ и $\varepsilon \in [0, 2]$

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 конечное 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:

$$T_{\text{опт}} = \sum_{i \in D_\delta} t_i.$$

Здесь D_δ — некоторое подмножество работ исходного множества работ Q , т.е. $D_\delta \subseteq Q$.

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 (рис. 9.5).

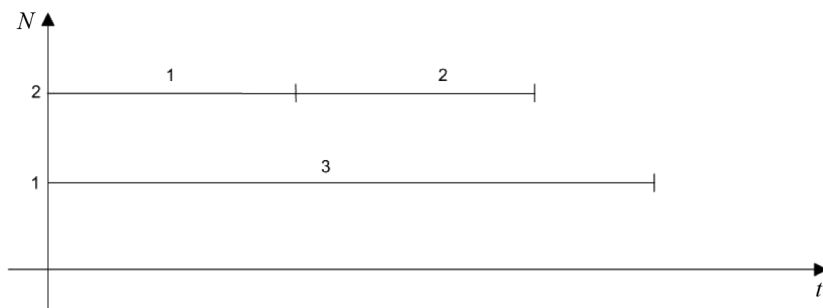


Рис. 9.5. Диаграмма Ганта календарного плана

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 оптимальным при $\varepsilon = 0$, а максимальное число работ, выполняемых исполнителем в плане q равно $m_{\text{max}}^q \equiv m_b^q$ и в D_0^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 $m_{\text{max}}^q \leq m_b^j$, $j = 1, 2, \dots, N$; $j \neq q$ и продолжительность плана j определяется работами D_0^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 и 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 $m_{\text{max}}^q \leq m_{\text{max}}^j$ ($j = 1, 2, \dots, N$), то календарный план q остается оптимальным при увеличении всех длительностей работ на любое $\varepsilon > 0$.

Доказательство этого факта следует из следующего.

Длина оптимального плана определяется множеством работ D_0^q , число которых равно m_{max}^q , т.е. $T_{\text{опт}} = \sum_{i \in D_0^q} t_i$.

Для остальных календарных планов их продолжительность

$$T_j = \sum_{i \in D_0^j} t_i > T_{\text{опт}}; j = 1, 2, \dots, N. \quad (9.3)$$

При увеличении длительностей работ на любое $\varepsilon > 0$ продолжительности всех планов будут соответственно равны:

$$T_{\text{опт}}(\varepsilon) = \sum_{i \in D_0^q} t_i + m_{\text{max}}^q \cdot \varepsilon;$$

$$T^j(\varepsilon) = \sum_{i \in D_0^j} t_i + m_{\text{max}}^j \cdot \varepsilon.$$

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 (рис. 9.6):

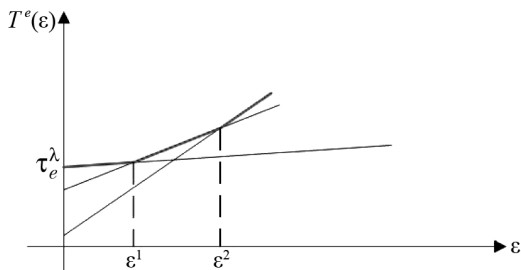


Рис. 9.6. График изменения длительности календарного плана e при росте значения ε

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 $T_j^e(\varepsilon)$ 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 $T^e(\varepsilon) = \sum_{i \in D_e^p} t_i + n_e^p \cdot \varepsilon$ для всех $\varepsilon \in (\varepsilon^*, \infty)$.

В качестве примера рассмотрим следующую диаграмму Ганта (рис. 9.7).

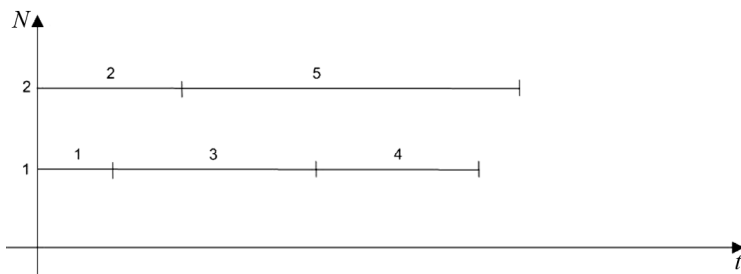


Рис. 9.7. Диаграмма Ганта календарного плана e в ситуации $\varepsilon = 0$

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.

Пусть $T_1(\varepsilon)$ 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

$\frac{dT^j(\varepsilon)}{d\varepsilon}$ 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:

$$\dots \left. \frac{dT^i(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon_k^1} < \left. \frac{dT^k(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon_k^1}.$$

Далее решаем уравнения вида $T^i(\varepsilon) = T^k(\varepsilon)$, $i \in D_2$ 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:

$$T_i(\varepsilon) = T_j(\varepsilon), \quad i \in D_1; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad j = 1, 2, \dots, N; \quad i \neq j; \quad \varepsilon \in (0, \infty), \quad (9.5)$$

получим, что интервал изменения его значений $\varepsilon \in (0, \infty)$ можно разбить на конечное число отрезков так, что при изменении возмущения 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 $t_i = 1$; $i = 1, 2, 3, 4$; $t_5 = 1,5$; $t_6 = 2,1$. Рассмотрим два календарных плана выполнения работ (рис. 9.8 и 9.9).

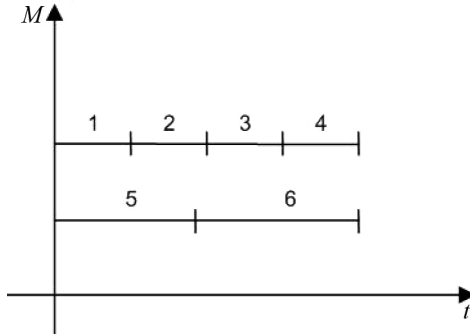


Рис. 9.8. Диаграмма Ганта первого календарного плана

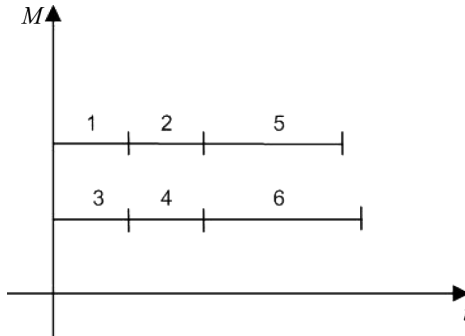


Рис. 9.9. Диаграмма Ганта второго календарного плана

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:

$$\frac{dT_1(\varepsilon)}{d\varepsilon} > \frac{dT_2(\varepsilon)}{d\varepsilon},$$

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 (рис. 9.10):

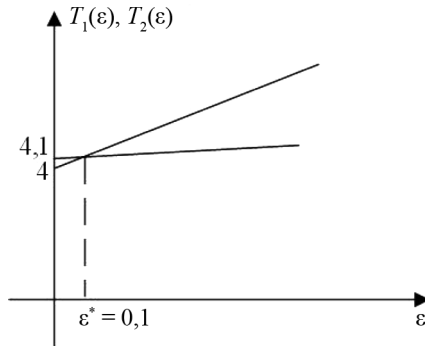


Рис. 9.10. Точка перехода к новому оптимальному календарному плану

Таким образом, рассмотрен пример оценки интервала устойчивости календарного плана.

10. ФИНАНСИРОВАНИЕ ТЕКУЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

10.1. ФИНАНСОВЫЙ ЦИКЛ КАК ИНСТРУМЕНТ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Одной из важных задач финансирования текущей деятельности предприятия является недопущение проблем с нехваткой оборотных средств. Предприятие должно жестко контролировать соотношение собственного и заемного капитала, за счет которого финансируется операционная деятельность, планировать продолжительность финансового и операционного циклов, а также текущую ликвидность.

Продолжительность финансового цикла позволяет определить реальную потребность предприятия в средствах, необходимых ему для финансирования производственно-сбытовой деятельности. Общая потребность в оборотных средствах рассчитывается как произведение операционного цикла на среднедневные расходы (отношение производственной себестоимости к количеству календарных дней в периоде).

Источником финансирования оборотных средств может быть как собственный, так и заемный капитал, но некачественное планирование размера заемных средств снижает рентабельность. Моделирование финансовой устойчивости позволяет планировать и оценивать приемлемость уровня текущей ликвидности, рассчитывать потребность в краткосрочных займах на пополнение оборотных средств.

Данные о динамике затрат и кредитного цикла позволяют оценить качество финансирования производственного процесса, а также оптимизировать управление оборотным капиталом компании, повысить эффективность использования краткосрочных обязательств.

Чтобы оценить качество финансирования производственного процесса, необходимо определить:

- эффективность управления оборотными активами (без учета денежных средств), а именно вычислить период их оборота, т.е. продолжительность затратного цикла;
- результативность управления источниками финансирования производственной деятельности. Ключевой индикатор — период использования заемных средств (без учета кредитов), т.е. длина кредитного цикла;

— разницу между затратным и кредитным циклами, т.е. продолжительность чистого (или финансового) цикла. Эта величина поможет оценить качество финансирования производственного процесса.

Важным показателем эффективности управления оборотными активами является *затратный цикл*. Этот показатель представляет собой сумму периодов оборота запасов (операционный цикл), дебиторской задолженности и прочих оборотных активов, рассчитывается на основе данных отчета (и (или)) плана о финансовых результатах, а также бухгалтерского баланса (или планового баланса).

Затратный цикл — это период времени, в течение которого запасы, дебиторская задолженность и прочие оборотные средства из категории текущих преобразуются в абсолютно ликвидные активы (денежные средства) в рамках основной деятельности. Продолжительный затратный цикл свидетельствует о несвоевременной конвертации этих активов в свободные денежные средства, за счет которых финансируется производственный процесс, об увеличении потребности привлеченных заемных средств.

Чем больше затратный цикл, тем длительнее период, когда деньги компании находятся в текущих активах (отдален во времени момент получения «новых денег»).

Увеличение затратного цикла свидетельствует о снижении эффективности управления оборотным капиталом, что в свою очередь негативно сказывается на работе компании — приводит к снижению рентабельности капитала, показателей ликвидности и финансовой устойчивости. Первопричинами такой ситуации являются низкая оборачиваемость запасов, в том числе увеличение доли готовой продукции на складе (затоваривание склада), длительное взыскание дебиторской задолженности, ухудшение условий расчетов с поставщиками. Так как денежные средства, как принято говорить, «осели в оборотке», компания вынуждена увеличивать суммы текущих обязательств как доступного источника финансирования прироста оборотных активов.

Рост затратного цикла означает возникновение потребности в финансировании производственного процесса. Однако окончательный вывод о том, потребовал ли оборотный капитал дополнительных финансовых ресурсов (в виде кредитов или собственного капитала), можно сделать только после анализа краткосрочных пассивов.

В ходе оценки эффективности использования краткосрочных обязательств компании на первый план выходит показатель кредитного цикла.

Один из источников финансирования производственной деятельности — краткосрочные обязательства (текущие пассивы),

в том числе текущая задолженность перед поставщиками (кредиторская задолженность), перед бюджетом и персоналом, а также авансовые платежи покупателей.

Обязательства перед бюджетом (в связи с периодической уплатой налогов) и задолженность по зарплате зачастую называют устойчивыми пассивами.

Период оборота всех краткосрочных обязательств (кредиторской задолженности, обязательств перед бюджетом и персоналом, прочих краткосрочных обязательств), за исключением краткосрочных кредитов, представляет собой кредитный цикл. Чем он длилительнее, тем эффективнее компания финансирует текущую деятельность за счет непосредственных участников производственного процесса (кредиторской задолженности перед поставщиками и подрядчиками).

Рост кредитного цикла свидетельствует о том, что источников финансирования становится больше. И это можно расценивать как благоприятный фактор, при условии что периоды оборота отдельных составляющих текущих пассивов имеют приемлемые значения, т.е. компания не создает просроченных долгов перед поставщиками, бюджетом, персоналом.

Рост кредитного цикла, обусловленный ростом периода оборота кредиторской задолженности, авансов покупателей и прочих пассивов, свидетельствует о том, что компания постепенно увеличивала отсрочку по оплате счетов, предъявленных поставщиками (особое внимание необходимо уделять резким скачкам). Рост авансов покупателей может говорить о постепенном удлинении периода их предоплаты, т.е. о более благоприятных для компании условиях отгрузки готовой продукции.

Анализ баланса может показать, что увеличение прочих текущих пассивов — это следствие непогашенной задолженности перед учредителями по выплате доходов. Это говорит о том что в соответствующем периоде она становится источником финансирования текущей производственной деятельности. Однако в будущем периоде, вероятнее всего, эта задолженность будет погашена: компании предстоит расстаться с этим источником финансирования и подумать о замене его другим.

Сопоставление динамики изменения кредитного и затратных циклов может продемонстрировать, что увеличение первого во многих случаях является вынужденной, ответной мерой: при повышении потребности в финансировании оборотных активов компания так пытается компенсировать кассовые разрывы.

Потребность в дополнительном финансировании, возникающая из-за увеличения периода оплаты счетов со стороны покупателей (см. период оборота дебиторской задолженности), может быть компенсирована аналогичной отсрочкой платежей поставщикам.

С точки зрения ликвидации кассовых разрывов наращивание задолженности перед кредиторами можно назвать положительным фактом. Такая мера позволяет профинансировать рост оборотных активов без привлечения кредитных ресурсов, которые стоят денег в виде процентов. Если же увеличение отсрочки по оплате счетов поставщиков вызвало начисление штрафов, пеней или потерю поставщиков, то моментальный положительный эффект сменится через определенный промежуток времени негативными последствиями.

Рост кредиторской задолженности — это и возможности, и риски компании. Решение о задержке оплаты поставщикам (что приводит к росту кредиторской задолженности) снизит общую ликвидность и наряду с возможностями создаст угрозы. При управлении краткосрочными обязательствами необходимо соблюдать баланс между желанием профинансировать рост оборотных активов таким доступным, «относительно бесплатным» источником финансирования, как кредиторская задолженность перед поставщиками, и падением ликвидности и финансовой устойчивости.

Показателем, характеризующим организацию финансирования производственного процесса, является чистый цикл (встречается название «финансовый цикл»). Он равен разнице между затратным и кредитным циклами. Иначе говоря, это часть затратного цикла, профинансированная не за счет непосредственных участников производственного процесса, а за счет внешних источников. Чем больше этот показатель, тем менее эффективно организовано управление оборотным капиталом. Отрицательное значение чистого цикла говорит о том, что кредиты поставщиков и покупателей с избытком покрывают потребность в финансировании производственного процесса и предприятие может использовать образующийся излишек на иные цели. Например, на финансирование внеоборотных активов.

Изменение чистого цикла (периода) отражает влияние качества управления оборотным капиталом на потребность компании в финансировании. Его рост — негативная тенденция, указывает на увеличение этой потребности. Сокращение — позитивная тенденция, свидетельствует об эффективном управлении оборотным капиталом и о сокращении потребности компании в финансировании производственного процесса.

Если показатель чистого цикла на протяжении анализируемого периода не менялся, это говорит о том, что качество управления оборотным капиталом никак не влияло на потребность компании в финансировании.

В состав кредитного цикла не включают краткосрочные кредиты, несмотря на то что они — обязательная составляющая те-

кущих пассивов. Поскольку задача анализа оборачиваемости, расчета чистого цикла состоит в оценке потребности (определении роста или сокращения потребности) во внешних источниках финансирования — кредитах. В анализе оборачиваемости кредиты — это искомый, но не исходный параметр, поэтому они не участвуют в расчете кредитного цикла.

10.2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРОТНОМ КАПИТАЛЕ

Оборотный капитал — это средства, которые компания авансирует (иногда употребляют глагол «инвестирует») в текущую деятельность на период каждого операционного цикла. Оборотный капитал аккумулируется в запасах сырья, материалов, незавершенного производства, готовой продукции, остатках денег, финансовых вложениях и прочих оборотных активах.

Привлеченные оборотные средства — это денежные средства, которые не принадлежат компании и подлежат возврату в течение установленного периода до года. При этом они временно участвуют в хозяйственном обороте как источник формирования оборотного капитала. К привлеченным оборотным средствам относится краткосрочная кредиторская задолженность, а также кредиты.

Рабочий капитал (чистый оборотный капитал) — разница между текущими (оборотными) активами и краткосрочными обязательствами (краткосрочные обязательства уменьшаются на величину доходов будущих периодов и оценочных обязательств). Показывает, сколько средств останется в обороте, если компания рассчитается с текущими долгами.

Рабочий капитал также дает представление о том, какую часть оборотных активов профинансировали из долгосрочных источников. Положительная динамика чистого оборотного капитала говорит о том, что компания способна поддерживать ликвидность и финансовую устойчивость.

Запланировать потребность в оборотном капитале — значит, рассчитать минимальный объем средств, который обеспечит непрерывность производственного процесса, позволит выполнить годовой бюджет и получить ожидаемый финансовый результат.

Нормативная значения чистого оборотного капитала нет. Какова оптимальная величина, зависит от отрасли, ситуации на рынке и других факторов. Однако в качестве ориентира можно использовать достаточный чистый оборотный капитал, который рассчитывается как сумма запасов сырья и материалов и незавершенного производства. Такой подход подразумевает, что за счет собственных средств компания должна финансировать наименее ликвидные активы.

Управлять оборотным капиталом — значит, вырабатывать решения, как использовать и финансировать оборотные активы. Цели — обеспечить достаточность оборотного капитала, его доходность, а также высокую оборачиваемость с учетом отрасли компании.

Достаточность оборотного капитала означает, что у компании хватает ресурсов, чтобы вести непрерывную текущую деятельность и получать ожидаемый финансовый результат, своевременно расплачиваться по своим обязательствам.

Оптимальный размер оборотного капитала — такой, который соответствует потребностям бизнеса. Если оборотный капитал превышает необходимый уровень на 10 и более процентов, стоит разобраться, эффективно ли компания управляет оборотными средствами. Возможно, у нее затоварены склады, слишком большая дебиторская задолженность или можно было бы увеличить кредиторскую задолженность как источник финансирования текущей деятельности.

Доходность оборотного капитала — это относительный показатель эффективности вложений, который позволяет определить, сколько средств компания зарабатывает на каждую вложенную единицу.

Определить плановую потребность в оборотном капитале можно следующими способами: нормативным (нормирование прямым счетом), аналитическим, а также на основе статистических данных и коэффициентным. В рамках первого из них необходимо суммировать нормативы оборотных средств в запасах сырья и материалов, незавершенного производства, готовой продукции, а также в дебиторской задолженности. Согласно второму способу потребность в оборотном капитале оценивают на основании фактических данных и ожидаемых изменений в бизнесе, на основе детального анализа запасов товарно-материальных ценностей и дебиторской задолженности с последующей корректировкой, позволяющей оптимизировать размер оборотных активов компании. Норматив на основе статистических данных рассчитывают на основании показателя среднего периода оборачиваемости предшествующих периодов — месяца, квартала, года. Применять этот подход возможно только при наличии необходимых статистических данных за предшествующие периоды. Суть коэффициентного способа сводится к корректировке нормативов, установленных для предыдущих периодов.

Нормативный метод применяют, чтобы установить потребность в оборотном капитале на операционный цикл — период от момента, когда запасы поступили в компанию, до погашения задолженности покупателем. Нормативный метод не дает представления, сколько

оборотных средств потребуется компании в начале, в середине или в конце операционного цикла. Поэтому весь их объем, рассчитанный нормативным методом, предприятие должно иметь в начале планового периода и постоянно поддерживать эту величину в течение года.

Аналитический метод позволяет рассчитать размер оборотного капитала, необходимый компании ежемесячно, независимо от продолжительности операционного цикла. Предприятие может варьировать эту потребность по периодам так, чтобы не испытывать дефицита в средствах и не замораживать их в излишних запасах.

Каким из методов планировать потребность в оборотном капитале, предприятие решает самостоятельно. Необходимо учитывать особенности работы предприятия: продолжительность ведения бизнеса, сезонность, индивидуальные схемы работы с контрагентами, сложные схемы расчетов; принадлежность к малому бизнесу, наличие системы планирования потребности в оборотном капитале. Закрепляется выбранный способ расчета оборотного капитала в регламентах по планированию.

Чтобы рассчитать потребность в оборотном капитале на операционный цикл нормативным методом, необходимо определить, какие данные будут базовыми для планирования — отчетные или прогнозные. Установить нормы запаса и вычислить нормативы по каждому элементу оборотных средств: сырью и материалам, незавершенному производству, готовой продукции, дебиторской задолженности покупателей. Суммировать полученные нормативы — таким образом определить общую потребность компании в оборотном капитале на операционный цикл.

Нормативный метод подходит стартапам и компаниям, которые только вышли или планируют выйти на рынок. В этом случае еще не понятно, как будет развиваться бизнес, нет данных за прошлые периоды для анализа план-факт отклонений и планирования оборотного капитала аналитическим методом. Нормативный метод также могут использовать компании с небольшими оборотами и номенклатурой, без сложных взаимоотношений с контрагентами.

Плюсы нормативного метода планирования потребности в оборотном капитале — простота расчета и скорость сбора данных. Вся исходную информацию можно получить из управленческой отчетности, учетной программы или бизнес-плана, если речь идет о новом бизнесе.

Недостаток метода — невозможность учесть особенности и тенденции работы компании. Факторы, которые могут существенно повлиять на результат, усредняются и сглаживаются. К примеру, в нормативах нельзя учесть сезонность, изменение условий сотрудничества с поставщиками и покупателями. Еще один минус

нормативного метода — он не учитывает ненормируемые элементы оборотного капитала. Отсутствует возможность запланировать потребность в денежных средствах и их эквивалентах, финансовых вложениях, НДС по приобретенным ценностям и прочим оборотных активах.

Выбор базовых данных для планирования. Необходимо определить, на основе каких данных будет рассчитываться потребность в оборотном капитале — прошедшего, текущего или прогнозного года. Если планируются оборотные средства во вновь созданной компании, где фактически деятельности еще не было, информация берется из бюджета доходов и расходов, плановых калькуляций на выпуск продукции в предстоящем периоде.

Для действующего предприятия расчетной базой может быть текущий или предшествующий год, если объемы производства и продаж в эти периоды сопоставимы между собой. К примеру, в отчетном году компания не поменяла поставщиков, технологию производства или ассортимент, не открывала новых проектов. Если в текущем году произошли существенные по меркам компании изменения, потребность в оборотном капитале рассчитывается на базе фактических данных за завершённые месяцы. Прибавляются к ним прогнозные данные на оставшийся до конца года период. Например, если рассчитывается оборотный капитал в сентябре, текущие данные берутся из управленческой отчетности за январь — август, прогнозные — из бюджета доходов и расходов и планов производства на сентябрь — декабрь.

Расчет нормативов для элементов оборотного капитала. Чтобы определить потребность в оборотном капитале на предстоящий год, рассчитывают нормативы оборотных средств:

- в запасах сырья и материалов;
- незавершенном производстве;
- остатках готовой продукции;
- дебиторской задолженности.

Норматив оборотных средств в запасах сырья и материалов (H_{cm}) рассчитывается по формуле (10.1):

$$H_{cm} = \frac{P_{cm}}{D} \cdot T_n, \quad (10.1)$$

где P_{cm} — расход сырья и материалов за период (из плана или отчета о себестоимости выпущенной продукции за анализируемый период), руб.; D — количество дней в анализируемом периоде, дни; T_n — средняя норма запаса сырья и материалов, дни.

Количество дней в анализируемом периоде зависит от того, какие данные используются в расчете. Например, если планирование осуществляется на основе годового бюджета или от резуль-

татов предыдущего года, количество дней в периоде равно 365. Если используются только фактические данные текущего года, рассчитывают количество дней в завершенных месяцах, по которым есть управленческая отчетность.

Средняя норма запаса сырья и материалов — это общее количество дней, когда оборотные средства находятся в производственных ресурсах, прежде чем те поступят в переработку. Средняя норма запаса сырья и материалов определяется как сумма текущего (на основе договоров поставки, складского учета), транспортного (договоры с поставщиком и перевозчиком), подготовительного и страхового запасов.

Текущий запас показывает, на сколько дней компании хватит остатков сырья и материалов между двумя очередными поставками. Он обеспечивает ритмичность и бесперебойную работу предприятия. Текущий запас определяют по условиям договоров с поставщиками, времени обработки и выполнения заказов, периодичности отгрузок. Если данных за прошлые периоды нет, запас устанавливается в размере 50 процентов от длительности среднего цикла снабжения.

Транспортный запас говорит о том, сколько дней в среднем компания ожидает сырье и материалы, после того как их отгрузил поставщик. Этот запас оправданно создавать, если доставка заказа занимает существенное по меркам компании время, например, из-за удаленности продавцов, дефицита наемных транспортных услуг, особенностей самовывоза. Целесообразно закладывать в расчет максимальное количество дней на доставку сырья, которое занимает в запасах наибольший удельный вес, или рассчитывать среднюю продолжительность по всем закупкам.

Подготовительный запас — это количество дней, которое предприятие тратит на приемку, разгрузку, сортировку и складирование сырья. Сюда также входит время на подготовку производственных запасов к переработке, например подсушку древесины, размол зерна, разогрев смесей. Нормы времени устанавливают отдельно по каждой операции на основании хронометража или технологических расчетов.

Страховой запас создают на случай непредвиденных ситуаций — дефицита сырья у поставщика, порчи значительной части товара при перевозке, других перебоев в снабжении. Закладывают среднее количество дней между поставками по действующим договорам или 50 процентов от текущего запаса, если практика поставок еще не сложилась.

Норматив оборотных средств в незавершенном производстве ($H_{\text{нзп}}$) вычисляется по формуле (10.2). Он зависит от среднесуточного объема выпускаемой продукции ($Z_{\text{п}}/Д$), длительности произ-

водственного цикла (T_{Π}) и коэффициента нарастания затрат ($K_{\text{нз}}$) в незавершенном производстве:

$$H_{\text{нзп}} = \frac{Z_{\Pi}}{D} \cdot T_{\Pi} \cdot K_{\text{нз}}, \quad (10.2)$$

где Z_{Π} — затраты на производство, производственная себестоимость за период, руб.

Коэффициент нарастания затрат в незавершенном производстве характеризует степень готовности продукции и рассчитывается по формуле (10.3):

$$K_{\text{нз}} = \frac{P_{\text{см}} \cdot 0,5 \cdot (Z_{\Pi} - P_{\text{см}})}{Z_{\Pi}}. \quad (10.3)$$

Норматив оборотных средств в запасах готовой продукции ($H_{\text{гп}}$) рассчитывается по формуле (10.4). Он позволяет соблюдать графики отгрузок покупателям даже в том случае, если выпуск товара из-за форс-мажора временно прекратили.

$$H_{\text{гп}} = \frac{Z_{\Pi}}{D} \cdot T_{\text{гп}}, \quad (10.4)$$

где $T_{\text{гп}}$ — норма запаса готовой продукции на складе, дни, это время, за которое формируют и готовят к отправке партию готовой продукции и оформляют товаросопроводительные документы.

Норматив оборотных средств в дебиторской задолженности ($H_{\text{дз}}$) вычисляется по формуле (10.5):

$$H_{\text{дз}} = \frac{\text{Выручка}}{D} \cdot T_{\text{дз}}, \quad (10.5)$$

где $T_{\text{дз}}$ — время между отгрузкой товара покупателю и оплатой отгруженного товара, дни.

Определяется *общая потребность в оборотном капитале* на полный цикл производства и продаж суммированием нормативов по элементам оборотных средств — в запасах сырья и материалов, незавершенном производстве, готовой продукции и дебиторской задолженности.

Нормативный метод не дает представления, сколько оборотных средств потребуется компании в начале, в середине или в конце операционного цикла, как они распределяются по месяцам в течение года. Поэтому весь объем оборотного капитала, рассчитанный нормативным методом, предприятие должно иметь в начале планового периода и постоянно поддерживать эту величину в дальнейшем.

В планируемую потребность в оборотном капитале на следующий год важно заложить страховой резерв на случай непред-

виденных обстоятельств. Так не придется существенно корректировать планы, если возрастут сроки поставок сырья и материалов, увеличится производственный цикл или средняя отсрочка платежа у покупателей. Если рассчитывается потребность в оборотных средствах впервые или нет данных для план-факт анализа по прошлым периодам, устанавливается резерв на уровне 20 процентов.

Если ежегодно планируется оборотный капитал, целесообразно рассчитывать план-факт отклонения по текущему и предшествующему году. Вычисляется среднее значение и закладывается в резерв, если оно не превышает допустимые для компании отклонения, например от 10 до 20 процентов. Если погрешность больше, необходимо разобраться в причинах. Возможно, компании не подходит метод планирования оборотного капитала или устарели нормативы складских запасов и незавершенного производства.

Чтобы определить потребность в оборотном капитале аналитическим методом, рассчитывается объем средств, которые фактически аккумулируют:

- сама компания — в складских запасах, остатках денег на счетах, финансовых вложениях;
- ее покупатели — в дебиторской задолженности;
- поставщики — в авансах за сырье, материалы и услуги.

Потребность в оборотном капитале аналитическим методом планируют не по статьям баланса, а по местонахождению средств — в самой компании, у ее поставщиков и покупателей. Такой подход позволяет оценить, возникнут ли у предприятия сложности с обслуживанием операционного цикла, и обосновать собственнику, почему требуется дополнительное финансирование.

Допустим, общая потребность компании в оборотных средствах на месяц — 100 млн руб., из которых 70 процентов составляют предоплаты поставщикам. Значит, чтобы начать операционный цикл, предприятию необходимо изыскать и авансировать 70 млн либо пересмотреть условия закупок, сократить долю авансов. Другой пример — из 100 млн руб. оборотного капитала 50 процентов находится у покупателей. Пока они не погасят дебиторскую задолженность, компании не хватит оборотных средств, чтобы начать новый операционный цикл.

Потребность в оборотных средствах целесообразно рассчитывать на каждый месяц предстоящего года. Во-первых, так появляется возможность скорректировать их величину в те периоды, когда ожидаются существенные по меркам компании изменения в бизнесе. К примеру, при планах по расширению ассортимента, при изменении условия закупок или продаж, при производстве товаров с сезонным спросом. Во-вторых, ежемесячная потребность в оборотном капитале позволит более точно прогнозировать дви-

жение денежных средств и составить план по кредитам и займам на предстоящий год.

Аналитический метод планирования потребности в оборотном капитале может использовать любая компания, независимо от отрасли и размера бизнеса. Главное условие — предприятие уже работает на рынке. Потребуется данные управленческого или бухгалтерского учета минимум за текущий и предыдущий год.

Плюсы аналитического метода: точность планирования, возможность учесть все особенности работы компании. Недостаток — трудоемкость. Например, необходимый объем оборотных средств в запасах придется рассчитывать по всей номенклатуре сырья, материалов и готовой продукции.

Оборотный капитал в самой компании аккумулируется в складских запасах, свободных денежных средствах и финансовых вложениях. Минимальная ежемесячная потребность в запасах равна полной себестоимости продукции, которую компания планирует производить. В эту себестоимость входят затраты на сырье и материалы и прочие прямые и накладные расходы. Чтобы рассчитать общую потребность на месяц в оборотном капитале, который находится в компании, вычисляются средства:

- в сырьевых запасах;
- операционных расходах;
- свободных остатках денег.

Необходимую сумму оборотных средств в незавершенном производстве и остатках готовой продукции аналитическим методом не планируют. Их стоимость уже учли в сырьевых запасах и операционных расходах.

Потребность в оборотных средствах в сырьевых запасах на месяц для производственных предприятий может быть рассчитана по формуле (10.6). По калькуляциям себестоимости, комплектациям номенклатуры, технологическим картам определяется расход сырья и материалов на единицу товара по всем видам выпускаемой продукции. Умножается плановый объем производства в каждом месяце на расход сырья и суммируется по всей номенклатуре — так получается месячная потребность в оборотных средствах в сырьевых запасах. Целесообразно заложить дополнительно страховой резерв, который обеспечит бесперебойную работу компании в случае незапланированного увеличения спроса, задержки поставок.

$$П_{сз_k} = \sum_{i=1}^m (O_{vik} \cdot П_{pi}) + З_{с_k}, \quad (10.6)$$

где $П_{сз_k}$ — потребность в оборотных средствах в сырьевых запасах в k -м месяце предстоящего года, руб.; O_{vik} — объем выпуска i -го вида продукции в натуральном выражении в k -м месяце предстоящего

года, всего m продуктов, ед.; Π_{p_i} — плановый расход сырья и материалов на выпуск одной единицы i -го вида продукции, руб./ед.; Z_{c_k} — страховой запас сырья и материалов в k -м месяце предстоящего года, руб.

Ежемесячный страховой запас сырья и материалов можно планировать по формуле (10.7) — так можно избежать дефицита оборотного капитала в течение года. Рассчитать резерв можно двумя способами — на общий объем выпуска или отдельно по каждому виду продукции, а затем суммировать. Фактические данные берутся за все завершённые месяцы текущего года, но не менее шести. Если планирование осуществляется в первом полугодии, включается в диапазон анализа четвертый квартал прошлого года.

$$Z_{c_k} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{O_{c_j} + \Pi_{c_j} - P_j}{P_{c_j}} \right) : n \cdot P_{c_k}, \quad (10.7)$$

где Z_{c_k} — страховой запас сырья и материалов в k -м месяце предстоящего года, руб.; O_{c_j} — общий остаток по всем видам сырья и материалов на начало j -го месяца текущего года или другого анализируемого периода, руб.; Π_{c_j} — общее поступление сырья и материалов для производства в j -м месяце текущего года, руб.; P_{c_j} — общий расход сырья и материалов на весь объем производства в j -м месяце текущего года, руб.; P_{c_k} — плановый расход сырья и материалов на весь объем производства в k -м месяце предстоящего года, руб.; n — количество месяцев в текущем или анализируемом периоде, руб.

Помимо сырьевых затрат, в полную себестоимость выпущенной продукции компания закладывает операционные расходы. Например, заработную плату производственного и управленческого персонала, страховые взносы, проценты по обязательствам, арендные и коммунальные платежи. Чтобы определить потребность в оборотных средствах на месяц, суммируют все затраты, которые компания прямо или косвенно ежемесячно относит на себестоимость выпускаемой продукции. Не учитывая амортизацию — это неденежный расход, оборотные средства на него не требуются.

Исходные данные содержатся в бюджете доходов и расходов на предстоящий год. Если планирование происходит на основе затрат текущего или прошлого года, необходимо проиндексировать показатели, умножив их на коэффициент, сопоставимый с уровнем инфляции за истекший период.

Потребность в денежных средствах на счетах компании не нормируют. Чтобы определить, сколько свободных денег должно быть в остатках, учитываются пожелания собственника и требования обслуживающих банков. К примеру, если собственник хочет иметь депозит на 10 млн руб., эта сумма и будет потребностью компании

в свободных средствах. Другой пример — у компании есть соглашения с банком о неснижаемом остатке по расчетному счету. Эту величину можно заложить в общую потребность в оборотном капитале.

Если нет банковских ограничений по минимальному остатку, необходимо проанализировать сальдо по расчетным счетам на начало каждого месяца в отчетном году. При стабильных денежных потоках, когда нет кассовых разрывов и блокировок счетов, ориентиром выступает наименьший текущий остаток или расчетное среднее значение за период. Эту сумму и закладывают в потребность в оборотных средствах. Не допускается планирование нулевых остатков — у компании должен быть резерв на непредвиденные платежи, что также согласуется с рациональными ограничениями по уровню коэффициента абсолютной ликвидности.

Часть оборотного капитала компании аккумулируется в дебиторской задолженности покупателей. Потребность в оборотных средствах, которые предстоит инвестировать в дебиторскую задолженность в предстоящем году, можно определить двумя способами — нормативным и аналитическим. Для первого необходимо определить, какие данные будут базовыми при планировании — отчетные или прогнозные. Затем установив норму запаса, вычислить норматив оборотных средств в дебиторской задолженности.

Чтобы аналитически определить ежемесячную потребность в этих оборотных средствах, рассчитывают, какую долю в выручке предшествующего года занимали отгрузки с отсрочкой платежа. Для этого анализируют условия действующих договоров, которые не заканчиваются текущим годом, уточняя в коммерческом отделе, планируют ли увеличивать кредитные лимиты в следующем году. Необходимо запросить также информацию об ожидаемых новых контрактах с отсрочкой платежа. Для расчета показателя, какая часть выручки «осядет» в дебиторской задолженности, — умножают помесечно план продаж следующего года на максимальную долю отгрузок с отсрочкой платежа.

Авансы, которые компания заплатит за сырье, материалы или услуги, — это часть ее оборотного капитала, находящегося у поставщиков. Без этих предоплат не начнется операционный цикл, поэтому потребность в них планируют отдельно от дебиторской задолженности покупателей.

Необходимо проанализировать сроки оплаты в действующих договорах с поставщиками и выбрать те, где между авансом и поставкой более 30 дней (по ним оплата и отгрузка пройдут в разные месяцы). Рассчитав средневзвешенный аванс по таким договорам, необходимо вычислить по данным текущего года, какую долю от общего объема закупок в среднем компания проводит по предоплате.

Ежемесячную величину оборотных средств в авансах поставщикам в предстоящем году можно рассчитать по формуле (10.8)

$$П_{A_k} = П_{3_k} \cdot D_A \cdot P_A, \quad (10.8)$$

где $П_{A_k}$ — потребность в оборотных средствах в авансах поставщикам в k -м месяце предстоящего года, руб.; $П_{3_k}$ — плановый объем закупки товаров и услуг в k -м месяце предстоящего года, руб.; D_A — доля авансированных закупок в текущем году (отношение объема закупок товаров и услуг по предоплате к общему объему закупок в текущем году), %; P_A — размер авансового платежа в текущем году (рассчитывается по текущему году как средневзвешенный аванс по договорам поставки, в которых между предоплатой и отгрузкой проходит больше 30 дней), %.

Для расчета потребности в оборотных средствах на авансы поставщикам в декабре планового года необходимо ее увеличить на сумму предоплаты, которая потребуется на закупки в постпрогнозный периоде. За базу расчета берутся данные по сырью и расходам, запланированные на декабрь. Расчет необходимых оборотных средств идет по формуле__ и отражается в декабре планируемого года.

Авансы поставщикам в текущем месяце — это часть закупок и операционных расходов предприятия, которые оно получит в следующем периоде. Тогда их учтут в оборотном капитале, находящемся в самой компании. Поэтому просто суммировать эти два элемента капитала в одном месяце некорректно. Их перераспределяют по периодам в пределах планируемого года. Из потребности в оборотных средствах на запасы в текущем месяце вычитается сумма, которая пошла на авансы поставщикам в предыдущем.

В итоге суммируется скорректированная потребность в оборотных средствах, которые аккумулируются в самой компании, у ее покупателей и поставщиков. Так определяется общая потребность в оборотном капитале на каждый месяц предстоящего года.

Комбинировать нормативный и аналитический методы планирования потребности в оборотном капитале имеет смысл, когда средства, вложенные в материальные ценности и запасы, занимают большой удельный вес в составе оборотных активов компании, при этом она ожидает существенных изменений в бизнесе. Например, поменяются условия сотрудничества с контрагентами, вырастет транспортное плечо, увеличится период оборота дебиторской задолженности, изменятся схемы взаиморасчетов. В этом случае оправданно нормировать те элементы оборотного капитала, которые меньше всего подвергнутся предстоящим изменениям. Другой вариант — проверить уже действующие нормативы с помощью аналитического метода.

К примеру, финансовая служба компании нормировала производственные запасы на предстоящий год и передала данные в отдел

снабжения. Коммерческий отдел составил прогноз сбыта с учетом сезонности. Финансисты построили и совместили два графика — производства продукции и закупок сырья и материалов. Выяснилось, что нормативный метод дает сбой — в некоторые месяцы планируемый объем продаж оказался ниже расчетной потребности в сырье. Нормативы скорректировали, что позволило оптимизировать показатели оборачиваемости запасов.

Чтобы эффективно применять комбинированный метод, у компании должна быть база для сравнения показателей. Если есть опыт планирования на предыдущие периоды, можно сравнить план-факт и понять, где возникли ошибки и какие элементы, наоборот, укладываются в рамки нормативных расчетов. Если сравнительной базы нет, велика вероятность допустить ошибку, выбрав нормативное планирование того элемента, где норматив неэффективен.

Когда бюджеты на предстоящий год сверстаны, по прогнозному балансу на начало и конец периода можно рассчитать планируемый рабочий капитал. Он покажет, сколько оборотных средств компании будет свободно от обязательств. Так появляется возможность спрогнозировать и проконтролировать ликвидность и платежеспособность предприятия в предстоящем периоде.

Необходимо проверить, как изменится прогнозный рабочий капитал в предстоящем году. Если в конце периода показатель меньше, чем в начале, необходимо разобраться в причинах. Возможно, компании не хватает оборотных средств, чтобы рассчитываться с долгами. Например, неоправданно сократили плановую дебиторскую задолженность и складские запасы. Если рабочий капитал увеличивается, необходимо установить, за счет каких источников. К примеру, созданы избыточные страховые резервы сырья и материалов, некорректно рассчитана кредиторская задолженность.

Прогноз рабочего капитала поможет запланировать или скорректировать краткосрочные финансовые вложения компании в предстоящем году. Рассчитав чистый оборотный капитал на конец каждого месяца прогнозного периода, можно тем самым определить ежемесячный остаток свободных средств. Эту величину компания может дополнительно направить в доходные вложения, если не планировала их или заложила в бюджет минимальное значение по прошлому году.

Прогнозировать и анализировать достаточность оборотного и рабочего капитала предприятия поможет специальный регламент, в котором должны быть отражены элементы оборотного капитала, которые планируются в компании, прописаны, какие подразделения в какие сроки должны предоставить или обработать исходные данные, а также указаны сроки подготовки отчета и ответственных сотрудников.

10.3. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ВНЕШНЕГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ТЕКУЩЕЙ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для выбора оптимальных вариантов финансирования текущей деятельности в первую очередь необходимо выявить ограничения, которые накладывают особенности конкретного предприятия (или бизнеса) на возможные источники средств. Выбор и оптимизация источников, как правило, построены на минимизации затрат на его использование.

Перечень доступных инструментов финансирования деятельности предприятия ограничен рядом объективных факторов – наличием залоговой базы, длительностью финансового цикла, периодичностью поступления выручки и проведения основных выплат, конкурентной средой и т.д. Очень важно выявить все имеющиеся ограничения на этапе определения потребности во внешнем финансировании, чтобы учитывать их с самого начала переговоров с потенциальными кредиторами. Первоначально необходимо выяснить:

- какая сумма финансирования требуется компании и планируется ли обеспечивать внешнеэкономическую деятельность;
- достаточно ли залоговое обеспечение для привлечения необходимой суммы;
- какова продолжительность финансового цикла;
- возможно ли получить отсрочку платежа или увеличить текущие кредитные лимиты у поставщиков.

После уточнения этих вопросов компания может выбрать определенный вид финансирования, максимально удовлетворяющий ее потребности. Схематично этот процесс можно представить следующим образом.

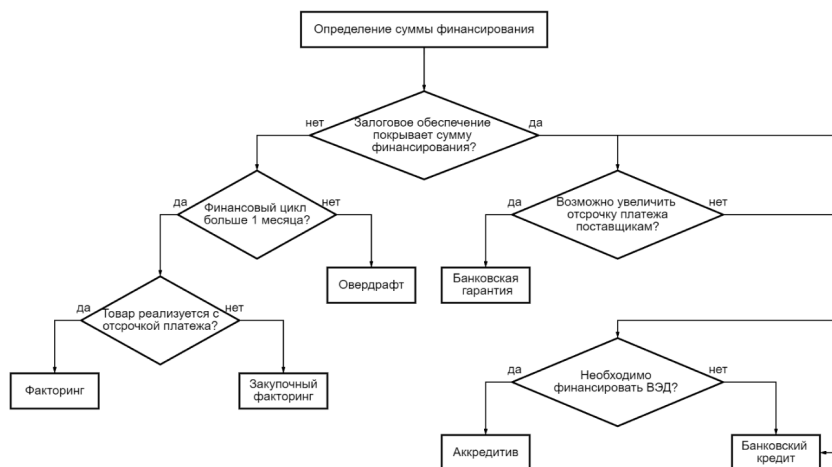


Рис. 10.1. Выбор вида финансирования операционной деятельности предприятия

Анализ и последующий выбор доступных инструментов внешнего финансирования сопровождается не только внутрифирменной работой, но и связан с широким диалогом с компаниями финансового рынка. Здесь необходимо работать с большим количеством дополнительных условий: возможность перевода оборотов в банк-кредитор, согласование с кредитором крупных сделок, контроль структуры и объема выручки, равномерность поступления денежных средств и проч.

Банковские кредиты. Самым универсальным средством финансирования текущей деятельности был и остается банковский кредит. Фактически компания получает денежные средства, которые с некоторыми ограничениями может тратить по своему усмотрению. Остальные рассматриваемые продукты, за исключением овердрафта, жестко привязаны к конкретным поставщикам и их договорам, поэтому в случае возникновения у них проблем (сбой поставок, отсутствие нужного ассортимента) оперативно закупить требуемый товар у другого поставщика будет проблематично.

Для кредитования текущей деятельности оптимальный вариант — возобновляемая кредитная линия. Открывать ее желательно на максимально возможный срок, при этом жестко определяя все параметры — сумму, срок, порядок погашения каждого отдельного транша. Для компаний с выраженной сезонностью бизнеса срок действия транша имеет смысл устанавливать кратным длительности сезона (т.е. чтобы при привлечении средств в «низкий» сезон их погашение приходилось на «высокий» сезон), для остальных компаний — не меньше длительности финансового цикла организации.

Банковские гарантии. Зачастую поставщики компании готовы предоставлять более длительные отсрочки платежей или увеличивать лимиты задолженности при предоставлении дополнительного обеспечения, например, банковской гарантии. Фактически это обязательство банка (гаранта) оплатить в рамках суммы гарантии поставщику (бенефициару) имеющуюся задолженность покупателя (принципала) в случае невыполнения последним условий расчетов, определенных в договоре купли-продажи. Реального движения денежных средств в случае корректного исполнения всеми сторонами условий договора не происходит, поэтому номинальная стоимость данного продукта существенно ниже кредита. Однако нельзя забывать, что одновременно с увеличением отсрочки платежа поставщик может увеличить отпускную стоимость продукции. Это необходимо учитывать при оценке реальной стоимости банковской гарантии.

Например, компания может привлечь банковскую гарантию по ставке 4 процента годовых. Поставщик готов увеличить отсрочку

платежа на 21 день с одновременным увеличением цены товара на 0,5 процента. Тогда реальная стоимость гарантии будет равна 12,69 процента ($0,5\% \times (365 : 21) + 4\%$). Именно эту стоимость необходимо сравнивать со стоимостью других кредитных продуктов при определении целесообразности их привлечения.

Различают два варианта выпуска гарантий: единоразовую задачу на всю сумму лимита и документарную линию с фиксированным лимитом. Первый вариант подходит компаниям, непрерывно (несколько раз в неделю) реализующим закупки, стоимость гарантии в таком случае взимается от всей суммы оговоренного лимита. Второй вариант удобен в случае крупных поставок с определенным промежутком времени (еженедельно, ежемесячно) — тогда продукт оформляется на каждую поставку, а стоимость разбивается на небольшую плату за оговоренный лимит плюс стоимость непосредственно оформленной под поставку гарантии.

Возможности применения банковской гарантии гораздо шире, чем может показаться на первый взгляд. Например, для компаний, оплачивающих дорогую аренду, хорошей альтернативой может стать замена депозитных платежей по договорам аренды на банковские гарантии. В этом случае у компании высвобождаются дополнительные свободные деньги, которые стоят гораздо дороже банковской гарантии.

Овердрафт. Овердрафт — полезный инструмент финансирования для компаний с регулярными поступлениями выручки и коротким финансовым циклом. В рамках соглашения о предоставлении овердрафта банк предоставляет компании заемные средства в размере, необходимом для проведения всех текущих платежей дня за вычетом текущих поступлений. То есть если утром на счете компании остаток составлял 1 млн руб., в течение дня компания оплатила счета на сумму 2 млн руб. и было поступление выручки на 0,5 млн руб., то по итогам дня банк предоставит заемных средств в размере 0,5 млн руб. ($1 \text{ млн руб.} - 2 \text{ млн руб.} + 0,5 \text{ млн руб.}$). Такой вид финансирования очень удобен для покрытия текущих краткосрочных кассовых разрывов, так как проценты платятся за пользование именно той суммой, которая необходима в данный момент. Рассчитать точную сумму привлечения, например, при кредите бывает проблематично, и ограничения на минимальные транши присутствуют в большинстве кредитных договоров. Основные моменты, на которые следует обратить внимание при оценке целесообразности привлечения этого продукта, — лимит финансирования и срок непрерывной задолженности.

Лимит финансирования обычно устанавливается в процентах от чистого дебетового оборота по расчетному счету компании, открытому в этом банке, за определенный период. Он может регулярно

пересматриваться (изменяться) в одностороннем порядке в случае больших колебаний денежного потока. *Срок непрерывной задолженности* — это период, в течение которого компания обязана полностью погасить текущую задолженность по договору. Если финансовый цикл компании превышает срок непрерывной задолженности, возникает опасность несоблюдения этого условия. Одним из способов увеличения срока непрерывной задолженности может служить предоставление дополнительного обеспечения (залога или поручительства).

Аккредитив. Расчеты с помощью аккредитива наиболее распространены при работе с иностранными контрагентами. Во внутрироссийской практике этот инструмент в первую очередь помогает минимизировать риски коммерческой сделки, но в международной торговле — это широко распространенный инструмент финансирования. Аккредитив очень похож на банковскую гарантию — это также обязательство банка произвести платеж за покупателя при определенных условиях. Но если платеж по банковской гарантии осуществляется в случае неуплаты покупателем суммы задолженности в установленный срок, то платеж по аккредитиву производится по предъявлению заранее оговоренных документов, подтверждающих факт поставки товара. Условия выпуска аккредитива жестко регламентированы. Для внутрироссийских аккредитивов эти условия определяются нормативными актами Центробанка России, для международных — правилами Международной торговой палаты. В настоящее время российское законодательство сильно отличается от общепринятой мировой практики, что отчасти объясняет малую распространенность аккредитивов при внутрироссийских сделках.

Требования к оформлению аккредитива в свою очередь диктуют достаточно жесткие требования к содержанию договоров купли-продажи. Так как проверкой документов и акцептованием платежа будет заниматься банк, необходимо заранее прописать все ключевые моменты сделки. Стоит обратить особое внимание на следующие пункты:

- описание товара;
- условия поставки (Инкотермс);
- сроки и даты отгрузки продукции;
- возможность частичных отгрузок и порядок их оплаты;
- список документов по аккредитиву;
- исполняющий (уполномоченный) банк (принимающий и проверяющий пакет документов для проведения платежа);
- дату и место истечения срока действия аккредитива;
- сумму аккредитива;
- порядок исполнения аккредитива в исполняющем банке;
- порядок взимания комиссий и расходов банков.

Любая неточность как в условиях договора, так и в оформлении документов, может привести к значительным задержкам в проведении расчетов. Для покупателя удобнее, если банк-эмитент (т.е. банк покупателя) будет также и исполняющим банком — так гораздо проще решать возникающие из-за некорректного оформления пакета документов проблемы.

Имеются две основных схемы финансирования в рамках открытия аккредитива. Наиболее распространенная — обеспечение за счет собственных средств банка-эмитента. Сторона продавца (банк бенефициара) в таком случае в процессе финансирования не участвует. В дату платежа по аккредитиву банк-эмитент предоставляет компании денежные средства для проведения оплаты. Порядок работы с такой задолженностью аналогичен обычному банковскому кредиту.

Второй вариант — рефинансирование за счет средств иностранного банка (банка-экспортера). Оно целесообразно для компании, если ставки выдаваемых банками кредитов в стране импортера существенно выше, чем в стране экспортера (т.е. если прямое финансирование покупателя его банком обойдется дороже). Стоимость такого финансирования будет зависеть не от внутрироссийских ставок по кредитам, а от стоимости заемных средств в стране экспортера, увеличенной на комиссию банка-эмитента.

Общая схема работы с аккредитивом, как правило, следующая.

1. Покупатель открывает аккредитив в своем банке (банк-эмитент). Подтверждение об открытии направляется поставщику.
2. Поставщик отгружает товар в рамках договора купли-продажи.
3. Покупатель, получив товар и оговоренный в соглашении пакет документов, передает документы в исполняющий банк.
4. Исполняющий банк проверяет корректность заполнения всех необходимых документов и акцептует платеж.
5. Исполняющий банк переводит денежные средства поставщику.

Деньги покупатель получает на пятом шаге (до этого взимаются разного рода комиссии, относящиеся только к выпуску аккредитива).

Факторинг. Факторинговое финансирование — самый дорогой вариант привлечения заемных средств. Фактически это кредитование под обеспечение дебиторской задолженностью. Этот продукт подойдет компаниям, среди покупателей которых крупные сети и оптовики, работающие на условиях отсрочки платежа, в платежеспособности которых у фактора нет сомнений. В большинстве случаев факторинговая компания финансирует сумму от 75 до 90 процентов от передаваемой задолженности.

Стоимость факторинга обычно складывается из трех комиссий:

- комиссия за сервис (управление задолженностью) — выражается в проценте от общей суммы задолженности, переданной факторинговой компании;

- проценты за использование заемных средств — выражается в процентах и берется от суммы, перечисленной за поставку на расчетный счет клиента;

- комиссия за обработку документов — выражается в фиксированной стоимости за один комплект документов или реестр.

Не стоит забывать, что услуги факторинговых компаний облагаются НДС (в том числе проценты за использование средств), который в дальнейшем подлежит вычету на основании счетов-фактур. Также, в отличие от процентов по кредиту, стоимость факторинга может быть полностью учтена в расходах компании. Величина комиссий зависит от вида предлагаемых услуг. Безрегрессный факторинг, когда компания не компенсирует фактору полученные средства в случае неоплаты поставки покупателем, обычно на 2–4 процента дороже, чем с регрессом.

Наиболее частыми причинами работы по факторингу бывают:

- отсутствие залогового обеспечения (компания не может получить более дешевые кредиты или гарантии);

- длительный финансовый цикл (компания не может привлечь овердрафт из-за короткого срока непрерывной задолженности);

- экономический эффект от увеличения оборачиваемости средств больше затрат на факторинг.

В двух первых случаях отсутствие других вариантов кредитования заставляет компанию использовать более дорогие источники. С третьей причиной не все так однозначно. С одной стороны, можно привлечь кредит, увеличить закупки товаров и, соответственно, отгрузки — и не использовать при этом дорогой факторинг. С другой стороны, привлечение и обслуживание кредита — обычно гораздо более трудоемкая задача, увеличение кредиторской и дебиторской задолженностей может ухудшить структуру баланса компании. Поэтому многие компании, особенно работающие с крупными сетевыми покупателями, предпочитают использовать факторинг.

Закупочный факторинг. Закупочный (реверсивный) факторинг подразумевает переуступку кредиторской задолженности покупателя. Комиссия за финансирование взимается также и с покупателя. По факту это означает, что факторинговая организация платит поставщикам компании под обязательство возместить ей суммы таких выплат организацией в установленные сроки за определенную комиссию. Предъявляются более жесткие требования к компании, а порядок утверждения лимитов финансирования по трудоемкости сравним с получением банковского кредита. За-

купочный факторинг по своей сути близок к беззалоговому целевому кредиту. При этом порядок начисления комиссий (в том числе их обложение НДС и учет в расходах компании) аналогичен обычному факторингу.

10.4. МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЕМ КРЕДИТА НА ПОПОЛНЕНИЕ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ

Если необходим кредит для пополнения оборотных средств и нужно подготовиться к переговорам с банком, то последовательность действий должна включать следующие шаги:

- определить потребность компании в кредите (сумма, срок, кредитная ставка);
- продумать возможность удовлетворить условия и требования банка (закрепление выручки, залоги, поручительства);
- подготовить документы для кредитора;
- подготовить ответы на возможные вопросы представителей банка относительно финансового состояния, планов компании, ситуации в отрасли.

Первое, с чего нужно начать, — определить необходимую сумму кредита на основании бюджета движения денежных средств. Как правило, она равна максимальной величине кассового разрыва в течение периода. Кредит, как уже было отмечено, стоит брать в том случае, если исчерпаны все возможности его ликвидации без привлечения дополнительного финансирования.

Кредит на пополнение оборотных средств можно взять разово (срочный) или в виде кредитной линии. Длина ее траншей и сроки их выборки оформляются рамочным соглашением.

Если выбор пал на кредитную линию, необходимо предусмотреть страховой запас на непредвиденные расходы, форс-мажорные ситуации. Его величину лучше всего установить в размере, зависящем от недельной выручки, как минимум двухнедельный объем. Длину траншей (разовых выборок в пределах общей суммы кредита) можно определить исходя из длительности операционного цикла компании.

Следующий шаг — рассчитать процент по кредиту, оценить сумму платежей по кредиту. Уровень расчетной ставки по кредиту можно узнать из статистического бюллетеня Банка России (раздел 4.3.5 «Средневзвешенные процентные ставки по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях»).

К примеру, в компании образовался кассовый разрыв в связи с ростом дебиторской задолженности. Не хватило денег на покупку сырья в связи с открытием новой производственной линии. Име-

ющиеся ресурсы не покрыли дефицит денежных средств, поэтому приняли решение привлечь кредит на один год. Размер кредита равен величине кассового разрыва за квартал. График его погашения до конца года был составлен с учетом минимального ежемесячного необходимого остатка денежных средств на счетах предприятия.

Завершающий этап — скорректировать прогноз движения денежных средств на период кредитования с учетом желаемой суммы кредита, убедиться, что ее будет достаточно для покрытия кассового разрыва на протяжении всего бюджетного периода. Для этого нужно добавить в финансовый план (бюджет движения денежных средств) в раздел «Финансовая деятельность» сумму кредита, график платежей и процентов по нему.

Перед переговорами с банком о кредите на пополнение оборотных средств важно проработать такие моменты, как:

- право досрочного погашения;
- дополнительные расходы, связанные с получением кредита: комиссия за выдачу кредита, страхование предмета залога;
- варианты залога или поручительства;
- валюту кредита. Лучше брать деньги у кредитора в той валюте, в которой компания получает выручку.

После определения суммы кредита стоит провести моделирование условий и требований со стороны потенциального банка-кредитора. Допустим, такие:

- обязательства по закреплению выручки. Банки требуют, чтобы в период кредитования к ним зачислялась выручка, достаточная для погашения кредита (в виде фиксированной суммы в квартал, процента от фактической среднемесячной задолженности по кредиту, доли кредита банка в совокупном кредитном портфеле заемщика);

- залоги и поручительства. Банки редко выдают кредиты без обеспечения (бланковые). В качестве залога они могут рассмотреть недвижимость, оборудование, товарные запасы, транспорт.

Перед тем как предлагать банку залог, его необходимо оценить с точки зрения достаточности по сумме (с поправкой на дисконт в 50% к залоговой стоимости). Убедиться, что у актива, который рассматривается в качестве залога, нет никаких дефектов с юридической точки зрения — отсутствие регистрации в госреестре, обременений, факта их оплаты и т.п.;

- запрет на нецелевое использование. Кредит на пополнение оборотных средств может быть использован только на погашение обязательств перед поставщиками товаров и услуг, зарплату, налоги и иные текущие расходы. Его нельзя направить на выплату

дивидендов, выдачу займов или оплату строительства инвестиционных объектов;

— ковенанты — обязательства по финансовым показателям компании, нарушение которых влечет за собой повышение процентной ставки, блокировку лимита или даже требование о досрочном погашении. Типовыми ковенантами могут быть такие, как долг/ЕВИТДА — не более 4; ЕВИТ/проценты к уплате — не менее 2; отсутствие убыточных периодов (кварталов); снижение выручки — не более чем на 10 процентов к аналогичному периоду прошлого года;

— перевод в банк паспортов сделок (для компаний-импортеров), зарплатного проекта, инкассации, эквайринга и т.п. Банки зачастую используют кредиты как инструмент привлечения клиентов для продажи им прочих своих услуг.

Вместе с кредитной заявкой на пополнение оборотных средств банк, как правило, запрашивает целый пакет документов, включающий нотариально заверенные копии учредительных документов; актуальная выписка из ЕГРЮЛ; копии приказов о назначении генерального директора и главного бухгалтера; копии правоустанавливающих документов, выписки из ЕГРП и государственного кадастра (если в залог предоставляется недвижимое имущество); документы, подтверждающие приобретение активов (если залог — имущество); копия договора аренды по местонахождению организации.

Подготовку этого блока информации должна курировать юридическая служба. От представителей коммерческой службы целесообразно запросить информацию о крупных поставщиках и покупателях; о конкурентных преимуществах компании; ситуации на рынке, на котором работает компания; перспективах развития предприятия в отрасли.

Финансовая информация, подготовкой которой может заниматься бухгалтерия, казначейство, планово-экономический отдел, будет включать следующее:

— бухгалтерская отчетность за пять последних отчетных дат с аудиторским заключением (если его составление обязательно);

— оборотно-сальдовые ведомости по счетам 51, 58, 60, 62, 66, 67, 90;

— расшифровки дебиторской и кредиторской задолженностей;

— справки о балансовой стоимости имущества, передаваемого в залог;

— прогноз движения денежных средств на период кредитования. При его подготовке за основу берется бюджет движения денежных средств для расчета потребности в кредите. Прогнозный бюджет денег формируют с высокой степенью детализации с учетом требований конкретного банка, для которого он составляется;

- анкету компании по форме банка;
- сведения о банках, с которыми сотрудничает компания;
- справки о наличии (об отсутствии) картотеки неоплаченных документов и ссудной задолженности;
- справки об открытых расчетных счетах;
- схему внутригрупповых денежных потоков;
- бизнес-план компании.

Полный пакет документов для банка, как правило, собирает сотрудник казначейства, проверяет его на полноту сведений, ошибки, опечатки. Руководителю финансовой службы необходимо уделить пристальное внимание следующим моментам в прогнозе движения денежных средств:

- объем, источники поступления денежных средств (текущая, финансовая, инвестиционная деятельность);
- крупные плановые платежи, все ли они учтены в прогнозе;
- потенциальные риски (рост курса валюты, цен поставщиков товаров, услуг);
- величина конечного остатка денежных средств по периодам;
- плановая сумма кредита для пополнения оборотных средств;
- свободный денежный поток на погашение кредита.

Прогноз движения денежных средств, представляемый в банк, должен указывать на реально существующую потребность в заявленной сумме и способность вернуть кредит и проценты из выручки. Прогнозные поступления и платежи нужно рассчитать на основе фактических данных за предыдущие годы и с учетом стратегии компании на будущий плановый период.

На предприятиях, регулярно проводящих финансовый анализ, формируются массивы информации, которые могут быть использованы в качестве информационно-аналитической поддержки планируемой сделки. В финансовый анализ для привлечения заемного финансирования на пополнение оборотных средств целесообразно включить следующие элементы:

- динамика выручки (текущий и предыдущий периоды), ее прогноз на будущий год;
- динамика себестоимости, операционных расходов;
- динамика чистых активов;
- динамика, структуру внеоборотных активов;
- причины роста дебиторской и кредиторской задолженностей;
- наличие нематериальных активов (что в них преобладает);
- оборачиваемость запасов, дебиторской задолженности;
- величина чистой прибыли, EBITDA;
- рентабельность продаж;

- основные нефинансовые показатели бизнеса (к примеру, мощность завода, ключевые клиенты, магазины, каналы сбыта);
- условия сотрудничества с текущими банками-партнерами.

Занимая деньги в банке и анализируя его индикативные предложения по кредитам на пополнение оборотных средств, стоит придерживаться следующего:

- отказаться от любых личных поручительств. Ситуация может развернуться по-всякому. Если банк готов дать кредит, то он найдет способ обойтись и без них;
- не предлагать кредитору размер обязательств по поступлению выручки в размере фактической ссудной задолженности перед банком в квартал. Как правило обязательства по зачислению выручки в банк составляют от 100–150% от квартального лимита до полного перевода выручки;
- не соглашаться на ковенанты без серьезного запаса, так как в случае кризиса банк не закроет глаза на их нарушение;
- исключить возможность банка вмешиваться в операционную деятельность предприятия;
- не соглашаться на безакцентное списание со счетов в других банках. Для компании это очень высокий риск;
- не рассматривать в качестве залога товары в обороте при наличии альтернативы.

11. ОЦЕНКА РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

11.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Все компании сталкиваются с риском, и практически все компании так или иначе управляют рисками. Одни оценивают их после наступления событий, приведших к убыткам, другие занимаются профилактикой и предотвращением рисков постоянно и планомерно до их наступления. В первом случае можно говорить об адаптационной модели управления рисками (пассивной), во втором — о комплексной интегрированной модели (активной), т.е. о полноценном управлении рисками (риск-менеджменте). Вне зависимости от того, какую именно из перечисленных моделей выстраивает компания, первое, с чем необходимо определиться, — понятие риска. Наличие единой корпоративной терминологии позволит анализировать и контролировать риски, готовить рекомендации по их снижению в стандартизированной форме, избегая недопонимания всех сотрудников.

Существует множество определений риска, но с точки зрения методологии управления рисками важно разделять понятия «рисковое событие» и «фактор, вызывающий риск». Поэтому наиболее точным и верным можно считать, к примеру, такое определение: «Риск — возможность наступления события под влиянием каких-либо факторов». Оно предполагает выявление (идентификацию) и классификацию факторов риска, которые могут оказать негативное влияние на деятельность компании, и их дальнейшую систематизацию. Разработка внутренних положений о риск-менеджменте компании, как правило, проводится на основании определенного международного стандарта (например, ERM COSO и FERMA), применяемого для управления рисками (к документам, регламентирующим управление рисками, относят, во-первых, Положение по управлению рисками, в нем описывается стратегия управления рисками в целом, разграничиваются полномочия и назначаются ответственные за различные аспекты управления риском, а также Руководства по управлению рисками, в нем определяются конкретные действия по управлению рисками, точные указания — каким образом будет решаться каждая конкретная задача управления рисками, кто и как должен ее будет исполнять).

При разработке и внедрении системы управления рисками в компании необходимо разработать документацию, регламентирующую ее деятельность, и проинструктировать сотрудников компании; выявить риски и источники их возникновения (факторы); оценить ущерб от их реализации, проведя качественный и количественный анализ; составить реестр и карту рисков; определить методы воздействия на выявленные риски, а также оценить эффективность проведенных мероприятий по снижению рисков.

Установить, какие именно риски угрожают предприятию (бизнесу), достаточно непросто, для этого потребуются описать компанию и ее деятельность; определить стратегию и цели деятельности, отношение собственников и топ-менеджеров к рискам; и после этого составить перечень рисков.

В общих чертах описать непосредственную деятельность предприятия и его внешнюю среду можно, ответив на следующие вопросы:

- в чем заключается деятельность;
- какова миссия — предназначение компании, по представлениям собственника;
- в каком сегменте рынка работает компания, кто ее клиенты и конкуренты;
- на каком этапе развития находится бизнес — к примеру, стартап или стабильно приносящее прибыль предприятие;
- видение компании — представление о ее будущем, к чему стремится собственник через год, три, пять лет: опишите словами или приведите целевые показатели.

Наличие разработанной и регламентированной стратегии позволяет определить стратегические цели и декомпозировать их до операционных. Отсутствие регламентированной стратегии потребует на этапе информационно-аналитической работы сформулировать линию поведения бизнеса для достижения его целей, согласовав ее с руководством и собственниками. Стратегия, которая должна быть продолжением миссии бизнеса и вести к воплощению видения, — это очень важный источник информации для управления рисками.

На следующем этапе должны быть определены долгосрочные цели компании, осуществлена их декомпозиция на среднесрочные — текущие и краткосрочные — операционные. Так как каждая цель подвержена рискам, то если риски реализуются, компания может не достичь целей — сначала краткосрочных, в результате — среднесрочных и, как следствие, стратегических.

Одним из ключевых моментов является определение отношения менеджмента и собственника к рискам, указанные субъекты являются гарантами эффективности системы управления рисками.

Важным является определить, сколько готово потратить руководство и собственник бизнеса, на какие потери пойти, чтобы компания достигла стратегических целей. Ответ на этот вопрос зависит от специфики деятельности и отношения к риску. Совместно с топ-менеджерами и собственником экспертно определяются такие показатели, как емкость риска, риск-аппетит и толерантность к риску, рекомендуемые стандартами управления рисками.

В частности, емкость риска определяют как максимальный уровень риска, который может принять компания. Если потери превысят этот уровень, высока вероятность банкротства. Риск-аппетит — это совокупный предельный размер риска, который компания готова принять, исходя из задачи поддержания на определенном уровне ключевых показателей эффективности, а также целевых (максимальных) уровней для всех существенных для нее видов рисков. Иными словами, это допустимый для компании уровень ущерба, который она в состоянии себе позволить для достижения своих стратегических целей. Толерантность к риску определяется как приемлемый диапазон отклонений целевого показателя под влиянием рисков. Как правило, емкость риска и риск-аппетит подвлиявают в целом для всей совокупности рисков, а толерантность к риску — для конкретной цели.

Объединив результаты анализа и исходя из полученной информации, перечисляют риски, которые могут повлиять на деятельность компании. Универсального набора рисков нет, для каждого предприятия они индивидуальны. Чтобы выявить риски компании, необходимо провести их качественный анализ, т.е. идентифицировать основные виды рисков, а также факторы, их вызвавшие и присутствующие данному бизнесу. Это самый трудный и важный этап управления рисками, так как именно на его результатах основывается вся дальнейшая работа.

Обязательное условие при качественном анализе — ранжирование и систематизация рисков. Это необходимо для их адекватного описания при последующем построении системы риск-менеджмента.

Факторы разделяют на внешние и внутренние. Такая группировка позволяет определить дальнейшее направление риск-менеджмента и выделить те факторы, которыми можно реально управлять. Внешние факторы — объективные, трудноустраняемые и мало зависящие от компании. Внутренние факторы риска — субъективные, устраняемые, подлежащие воздействию и управлению. Качественная оценка рисков подразумевает не только их выявление и описание, но и вероятностную оценку — условное разделение на ожидаемые, высоко-, средне-, маловероятные риски и риски со слабой вероятностью реализации.

Чтобы систематизировать перечень, можно распределять риски между двумя группами на внутренние и внешние. В рамках каждой группы риски могут быть разделены по сферам деятельности, например, снабжение, производство, продажи и т.д.

В частности, риски на промышленном предприятии — это угрозы из-за неблагоприятных событий утратить часть производственных ресурсов или недополучить запланированные доходы. Виды рисков промышленного предприятия:

- технологический — риск производственных потерь, снижения качества продукции из-за того, что нарушили технологию производства, регламенты технического обслуживания оборудования, использовали неподходящее сырье или комплектующие;

- логистический — угроза простоя производственного оборудования из-за перебоев в снабжении, необоснованный рост транспортных затрат, затаривание склада и рост неликвидов из-за нерационального управления закупками и запасами;

- исполнительский — риск, что компания не выполнит планы по выпуску и сбыту из-за низкой мотивации персонала, недостатка квалифицированных кадров, а также мошенничества и коррупции;

- маркетинговый — возможность потерь из-за того, что ошиблись в разработке товара и ассортимента, маркетинговой стратегии, ценовом позиционировании и методах продвижения продукции;

- коммерческий — риск кассовых разрывов и убытков из-за просроченной дебиторки, необоснованных скидок и бонусов покупателям, а также недобросовестных действий коммерческого персонала;

- финансово-инвестиционный — угрозы, что компания не получит запланированные финансовые результаты из-за недостаточного объема собственных или заемных средств, роста затрат на привлеченный капитал, а также из-за ошибок в выборе инвестиционных проектов;

- отраслевой — потери, которые может понести компания из-за изменения потребительских предпочтений, а также действий партнеров и конкурентов в своей отрасли или смежных отраслях: демпинг, появление товаров-заменителей, новых технологий или сырья;

- внешние риски — политические, экономические, техногенные, экологические и прочие угрозы, которые не зависят от производственной компании, но могут негативно отразиться на ее деятельности и финансовых результатах: изменения в законодательстве и системе налогообложения, рост инфляции и курсов валют, войны, массовые беспорядки, стихийные бедствия, эпидемии.

Сначала рекомендуется определить приоритетные группы рисков, характерные для отрасли. К примеру, в производственных компаниях на первое место выходят риски непрерывности деятельности, охраны труда и промышленной безопасности, загрязнения окружающей среды и т.д. Чтобы понять, какие отраслевые риски влияют на предприятие, проводят бенчмаркинг, заимствуя опыт своих коллег из компаний, которые занимаются той же деятельностью, впоследствии добавляя риски, которые присущи компании. Запрашивается информация у сотрудников различных подразделений — «владельцев рисков», применяются специальные методики и документы — анкетирование, интервьюирование, экспертная оценка.

Анкетирование. Основное преимущество анкетирования — его анонимность. Проводится, как правило, на начальных этапах диагностики рисков при ограниченной выборке респондентов.

Для идентификации и оценки рисков конкретного бизнес-процесса необходима отдельная рабочая группа, сформированная из специалистов данного направления. К примеру, выявлять риски финансового департамента можно за счет анкетирования специалистов только этого подразделения. На качество ответов и, соответственно, результаты исследования могут повлиять неправильно подобранный состав экспертов, их незаинтересованность, некорректная форма анкеты. К примеру, на крупных предприятиях, в частности, ведущих сталелитейных и нефтегазовых компаниях, анкеты формируют под каждый бизнес-процесс в отдельности (в том числе перечень видов и факторов риска). Это позволяет в большей мере исключить возможность ошибок и неверных оценок рисков специалистами из других направлений, для которых рассматриваемые бизнес-процессы не прозрачны.

По итогам анкетирования формируются групповые оценки рисков, затем последние ранжируют и выбирают наиболее значимые. Стоит отметить, что не всегда анкетирование дает желаемые результаты. Зачастую сотрудники или не подозревают о «своих» рисках, или не желают о них рассказывать. В этом случае целесообразно провести серии интервью.

Интервьюирование. Этот способ идентификации рисков так же, как и анкетирование, применяется для исследования отдельного подразделения. Также его допустимо использовать, когда можно ограничиться небольшим количеством участников или же при повторной диагностике. В ходе личного общения с сотрудниками проще разобраться в природе риска, за счет чего можно сэкономить время при заключительном анализе и консолидации результатов. Сотрудники отвечают на конкретные вопросы (например, кто ключевой конкурент, какого качества продукция компании по срав-

нению с продукцией других производителей, каковы причины производственного брака и как часто он возникает и т.д.). Когда невозможно или сложно провести точный математический расчет вероятности реализации риска, в ходе интервью целесообразно задать рамки возможных ответов, например, вероятность поломки того или иного агрегата — от 5 до 15 процентов.

Анализ полученных результатов ведется по той же схеме, что и при анкетировании, т.е. на основании полученных результатов формируются групповые оценки рисков, затем проводят их ранжирование и выбирают наиболее значимые.

Экспертная оценка. Как показывает практика, экспертная оценка — один из самых распространенных методов идентификации рисков. К ней прибегают и в особо сложных случаях, когда из-за недостатка информации проводить анкетирование или интервьюирование не представляется возможным. Поскольку оценка вероятности наступления события отчасти субъективна, то лучше проводить опрос нескольких внутренних и при необходимости внешних экспертов (причем лучше по отдельности друг от друга — так ответы будут объективнее).

Полученные данные вносятся в паспорта рисков и формируются реестр рисков. В этих документах предстоит отражать информацию по результатам каждого этапа анализа — при выявлении рисков, их оценке, разработке плана мероприятий по управлению рисками.

Паспорт риска — аналог учетной карточки. Его заполняет риск-менеджер на основе данных, представленных владельцами рисков. Раздел об идентификации и оценке риска заполняется по данным владельца риска, указанным в опросном листе или уведомлении о риске, указывается вид риска согласно принятой в компании классификации, используется справочник рисков компании. Если у рискового события может быть несколько причин, то описывают сценарии и оценивают вероятность каждого из них и возможный ущерб (в сумме вероятность по всем сценариям должна быть равна единице). Указывается вероятность реализации выявленного риска. Эту вероятность определяет владелец риска и сообщает оценку в опросном листе или уведомлении о риске. Владелец риска сообщает, что именно может произойти и повлиять на цели компании. По мероприятиям, предложенным риск-менеджером и согласованным владельцем риска, рассчитывается стоимость мероприятий на основе анализа рыночных цен на ресурсы и услуги, которые предстоит приобрести для снижения риска.

Реестр рисков — рабочий документ риск-менеджера. Реестр заполняют на основе паспортов рисков, указывая группу, к которой относится риск, и в чем именно он заключается, т.е. реестр пред-

ставляет собой классификатор факторов риска — источников или причин, рискованных событий и последствий от их реализации.

Для принятия решения о реагировании на риски их необходимо ранжировать по степени влияния на цели компании — т.е. по величине ущерба, который они могут принести. Для оценки рисков (R) используется формула (11.1):

$$R = D \cdot \rho, \quad (11.1)$$

где R — риск, руб.; D — прогнозный ущерб, оцениваемый, например, экспертным методом, руб.; ρ — вероятность реализации риска, рассчитанная на основе статистики предыдущих периодов или экспертным путем, ед.

В зависимости от специфики деятельности, наличия статистики реализации рисков, подходов к их оценке, принятых в компании, формула может быть модифицирована.

Если нет качественной методики или весомого экспертного мнения, невозможно обосновать результаты расчетов руководству. И причина в том, что для оценки риска (капитала под риском) необходимо рассчитать вероятность его реализации и сопутствующий ущерб, желательно в абсолютных единицах.

Для определения возможных убытков можно взять за эталон оценку финансовых последствий, например, от произошедшей аварии и тиражировать его на другие объекты компании. Однако если такая авария — единственный случай за последние 100 лет, то для определения вероятности реализации этого рискованного события данных недостаточно.

Трудности количественной оценки вероятности рисков решаются двумя способами. Первый — привлечение экспертов, которые проанализируют причины, приведшие к рискованному событию, оценят или рассчитают на основе имеющейся статистики вероятности этих причин и вероятность реализации самого рискованного события, например, по формуле:

$$\rho_a = 1 - (1 - \rho_1)(1 - \rho_2) \cdot \dots \cdot (1 - \rho_i),$$

где ρ_a — вероятность реализации рискованного события, ед.; ρ_i — вероятность реализации i -го риск-фактора (число риск-факторов, ставших причиной реализации рискованного события, определяется экспертно. Вероятность их реализации — на основе статистики), ед.

Второй способ предполагает формирование перечня рискованного события, имеющих катастрофические последствия для производственной деятельности компании, ее финансового состояния или деловой репутации, вне зависимости от их вероятности, далее, пользуясь только оценками ущерба, можно разрабатывать и бюд-

жетировать меры по снижению потерь. При таком подходе опираются на обоснованные данные, мнения экспертов, что исключает необходимость подгонять задачу под ответ для получения необходимого количественного результата.

Для определения вероятности любого события можно руководствоваться одним из способов оценки вероятности, а для расчета ущербов от нефинансовых последствий следует разработать отдельную методологию. К примеру, для экологических рисков в качестве ущерба могут выступать суммы штрафов от надзорных органов (методики их расчетов доступны для изучения). Все остальные нефинансовые последствия можно оценить через влияние на деловую репутацию компании. Последнюю можно измерять по-разному, все зависит от стратегии компании и ее приоритетов.

Существуют различные методы количественной оценки рисков, например, статистические методы, метод «древа решений», сценарный анализ, расчетно-аналитический, экспертный и т.д.

Статистические методы основаны на результатах исследования статистики убытков от производственно-хозяйственной деятельности, определении частоты их появления и прогнозирования их вероятности. Основа данной группы методов — расчет среднеквадратичного отклонения, коэффициента вариации и дисперсии.

Метод «древа решений» используется для оценки рисков решений, имеющих обозримое количество вариантов развития.

Метод сценариев предполагает разработку оптимистического (убытки минимальный или отсутствуют), пессимистического (максимальные потери) и наиболее вероятного варианта (средний ущерб) реализации события с расчетом всех результирующих показателей.

Если в ходе экспертной оценки рисков не удалось прийти к общему мнению относительно суммы ущерба, то ориентируясь на три сценария, на сопровождающие каждый из сценариев ущерб и вероятность возникновения, по формуле (11.2) можно рассчитать ожидаемое значение риска (R_o):

$$R_o = \sum_{i=1}^3 D_i \cdot p_i, \quad (11.2)$$

где D_i — прогнозный ущерб в случае реализации риска по i -му сценарию, оцениваемый, например, экспертным методом, руб.; p_i — прогнозируемая вероятность реализации i -го сценария, рассчитанная экспертным путем, и сумма вероятностей сценариев равна 1 или 100%, ед.

Когда оцениваются возможные убытки при реализации рисков события, предстоит учесть погрешность — отклонение от средней суммы ущерба (D_o) в трех сценариях, смотрите формулу

(11.3). Отклонение показывает диапазон, в рамках которого распределяются возможные значения оценок риска.

$$D_o = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_s)^2}{n-1}}, \quad (11.3)$$

где D_o — отклонение от средней суммы ущерба, руб.; i — номер сценария от 1 до 3: 1 — оптимистичный; 2 — наиболее вероятный; 3 — пессимистичный; D_i — прогнозируемый ущерб в случае реализации риска по i -му сценарию, руб.; D_s — среднее значение ущерба среди трех сценариев (среднее арифметическое ущербов из трех сценариев), руб.

После расчета погрешности определяется итоговая оценка риска. Выбор варианта зависит от выбора руководства компании. Например, для менеджеров, склонных рисковать, более приемлемым будет такой, когда итоговая оценка равна ожидаемому значению риска за минусом отклонения, так как это позволит избежать лишних резервов.

Для наиболее критичной оценки риска принято прибавлять величину отклонения к ожидаемому ущербу. Результат будет показывать наихудший вариант из наиболее вероятных. Его и принимают в качестве итоговой оценки риска.

При оценке ожидаемого ущерба погрешность можно исключить из расчетов, если:

- компания ограничена в средствах и не может себе позволить дополнительный резерв на возмещение убытков от реализации рисков событий;
- риск для основной деятельности компании незначительный.

Расчетно-аналитический метод. На практике наиболее приемлемый вариант данного метода — комбинация из статистического и экспертного методов. В абсолютном выражении риск определяется масштабом возможных потерь в материально-вещественном (физическом) и стоимостном (денежном) выражении. В относительном выражении — как возможные потери, отнесенные к базе, за которую удобнее принимать имущественное состояние предприятия, общие затраты ресурсов на данный вид предпринимательской деятельности или ожидаемый доход (прибыль). Потерями считают случайное отклонение от дохода. Они и характеризуют степень риска.

При качественной и количественной оценке диапазон потерь (в процентах или суммовом выражении) определяется на усмотрение риск-менеджера самостоятельно или с привлечением экспертного совета в зависимости от того, чему следует уделить особое внимание — маловероятным и несущественным рискам или, наоборот, более вероятным и значимым по размеру ущерба рискам.

Если на предприятии нет информации за прошлые периоды, потому что ее не собирали или из-за того, что с определенным видом риска бизнес сталкивается впервые, используют качественную оценку. Совместно со специалистом компании из той области деятельности, риски которой оценивают, определяют прогнозный ущерб и вероятность реализации риска по выбранной шкале – например, «высокий», «средний» и «низкий».

Примеры применяемых шкал вероятности реализации риска и максимального ущерба от реализации риска – смотрите в табл. 11.1 и 11.2.

Таблица 11.1

Шкала оценки вероятности реализации риска

Экспертная оценка вероятности	Словесное описание вероятности реализации риска	Вероятность реализации риска, ед.
Очень низкая вероятность	Событие почти точно не произойдет	0–0,2
Низкая вероятность	Событие скорее не произойдет, чем произойдет	0,2–0,4
Средняя вероятность	Событие произойдет с вероятностью около 0,5	0,4–0,6
Высокая вероятность	Событие скорее произойдет, чем не произойдет	0,6–0,8
Очень высокая вероятность	Событие почти точно произойдет	0,8–1

Таблица 11.2

Шкала оценки максимального ущерба от реализации риска

Экспертная оценка максимального ущерба	Словесное описание максимального ущерба от реализации риска	Значение ущерба от реализации риска
Очень низкий уровень	Ущерб не оказывает существенного влияния на деятельность	Менее 100 тыс. руб.
Низкий уровень	Ущерб может повлиять на деятельность	100 тыс. руб. – 1 млн руб.
Средний уровень	Ущерб влияет на деятельность	1 млн руб. – 1 млрд руб.
Высокий уровень	Ущерб существенно влияет на деятельность	1 млрд руб. – 10 млрд руб.
Критический уровень	Ущерб может привести к приостановлению деятельности	Более 10 млрд руб.

При разработке шкал для оценки вероятности и ущерба сначала определяется диапазон значений, в который попадает вероятность и ущерб, а потом с помощью «владельцев риска» устанавливаются конкретные цифры из диапазонов. После определения величины рисков полученные данные вносятся в паспорта и реестр рисков.

Риски также ранжируют, сравнивают между собой и составляют перечень по убыванию. Важно сопоставлять риски с установленными значениями:

- емкости риска. Если риск выше установленной емкости, то у компании угроза банкротства. С такими рисками необходимо работать в первую очередь;

- риск-аппетита. Если риск больше риск-аппетита, но ниже емкости риска, такой риск нужно уменьшить до уровня риск-аппетита;

- толерантности к риску. Если риск лежит в пределах толерантности, необходимо оценить, насколько допустимо увеличить его, чтобы компания могла достичь большего значения целевого показателя. При этом риск должен быть меньше риск-аппетита.

По итогам анализа также может быть сформирована карта рисков, представляющая собой таблицу, в которой риски сгруппированы по вероятности возникновения — от маловероятных до практически гарантированных, и сумме ущерба — от минимального до максимального. Ее целесообразно строить для каждого бизнес-процесса компании или отдельного проекта.

Ранжирование особенно важно, когда компания пытается управлять множеством рисков и ей нужно выбрать наиболее существенные из них: риски, требующие вмешательства, могут принести больший вред по сравнению с другими. Риск, имеющий наивысший ранг, предстоит минимизировать в первую очередь. Однако может выясниться, что даже самый высокий риск из всех выявленных меньше установленной величины риск-аппетита. Это означает, что пока нет необходимости тратить ресурсы, чтобы снизить риски.

11.2. АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Традиционными механизмами реагирования на риски (управления рисками) можно назвать следующие: сокращение (смягчение), снижение вероятности и (или) ущерба; перераспределение (передача, трансфер); уклонение (избежание); принятие (удержание) и компенсация риска.

Сокращение риска. Чтобы уменьшить риск, компания активно воздействует на него: выполняет все доступные действия, чтобы устранить причины возникновения риска и последствия при его реализации. Это основной способ, который применяют к крити-

ческим рискам, находящимся за пределами риск-аппетита или близко к нему. Предположим, если высока вероятность, что изношенное оборудование сломается и компания сорвет сроки выполнения большого заказа, оборудование меняют или проводят плавно-предупредительный ремонт.

К методам снижения рисков можно отнести:

- распределение факторов риска в пространстве для исключения цепных потерь. В этом случае опасные участки просто удаляют (разносят) подальше друг от друга (особенно это касается опасного производства химической и металлургической промышленности);

- распределение факторов риска во времени. Не следует совмещать одновременно несколько опасных мероприятий. В противном случае их одновременная реализация может превысить критическую массу допустимых потерь;

- изоляция опасных (синергетичных) факторов друг от друга. К примеру, некорректное поведение в отношении отдельных поставщиков сырья или комплектующих (задержка оплаты или просто обман) может напрямую отразиться на репутации компании. В дальнейшем можно остаться без поставщиков, следовательно, без продукции и доходов (прибыли), что в конечном счете повлияет на устойчивость данной компании на рынке;

- уменьшение длительности, сокращение времени нахождения в зоне действия риска. Например, на предприятиях с опасным и вредным производством стараются ограничить время нахождения сотрудников в случае наличия вредных факторов — излучения, загазованности, например у кислородно-конверторной печи, и т.д.;

- сокращение величины фактических потерь. План действий на случай, когда опасность уже материализовалась. Потери не происходят в один момент, они накапливаются в течение некоторого периода времени;

- интеграция и распределение ответственности (качественное распределение риска — совместное принятие решения всеми участниками венчурного (высокорискового) проекта) между партнерами по производству. Применяется, когда компания привлекает к решению общих проблем в качестве партнеров другие предприятия и физические лица, тем самым уменьшая уровень собственного риска. К примеру, компании приобретают или обмениваются акциями друг друга, образуют консорциумы, ассоциации и т.д. Такая интеграция бывает вертикальной (объединение компаний под одним подчинением или одной отрасли для проведения согласованной ценовой политики или разделения зон хозяйствования) или горизонтальной (объединение компаний и разделение

их по последовательности технологических переделов, снабжения и сбыта продукции);

— диверсификация видов деятельности компании, рынков сбыта и зон хозяйствования (расширение круга партнеров-потребителей), а также диверсификация инвестиционного портфеля предприятия.

Основное достоинство этого метода заключается в том, что компания, находясь в зоне действия риска, не отказывается от него полностью, а пытается активно влиять на его развитие. Из недостатков стоит отметить невозможность нейтрализовать риск полностью. Диверсификация не избавляет от возможности убытков на сто процентов, а лишь уменьшает вероятность потерять все сразу, поэтому и считается одним из самых действенных методов снижения риска.

Перераспределение риска. Предполагается совокупность мер, позволяющих переложить ответственность за неблагоприятные события на другие (третьи) лица. Классические методы передачи риска — страхование, хеджирование и аутсорсинг.

Страхование — передача риска за определенную плату (возмездно) на профессионального контрагента — страховщика, с которым заключается договор страхования.

Хеджирование предполагает страхование от неблагоприятного изменения ситуации на рынке. Например, хеджирование ценовых колебаний путем заключения договора с контрагентом на жестко оговоренных условиях — в отношении будущей цены покупки или количества поставляемого товара.

Аутсорсинг — передача непрофильных для компании функций другим предприятиям. Такой подход часто позволяет не только снизить риски, но и повысить эффективность деятельности компании, уменьшить затраты, связанные с самостоятельной реализацией таких функций (строительная деятельность, грузоперевозки и др.).

Благодаря передаче рисков третьим лицам удается нейтрализовать их и избежать ущерба на сто процентов. Это главное преимущество данного метода. Из недостатков стоит отметить необходимость отвлекать дополнительные оборотные средства на обеспечение сделки (плата за риск), а также тщательно подбирать и оценивать партнеров.

Уклонение от риска. Уклониться от риска — значит отказаться от решения, действия, проекта, которые несут слишком высокие риски. Такой способ часто выбирают предприятия, руководство которых придерживается консервативных взглядов на риски.

Это самый простой и радикальный метод нейтрализации рисков, позволяющий полностью исключить возможность негативного влияния тех или иных факторов. Уклонение состоит в том, чтобы

не «посещать» зоны или не заниматься деятельностью, где определенный вид риска действует в таких масштабах, с которыми компания не способна эффективно справляться. К примеру, это может быть:

- отказ от венчурного проекта с неопределенным спросом или непредсказуемым результатом;
- продажа рискованного актива или уход с рынка;
- отказ от услуг ненадежного партнера и стремление работать только с доказавшими свою надежность контрагентами — потребителями и поставщиками;
- дублирование компании и элементов бизнеса, которые находятся под риском;
- отказ от использования заемного капитала в больших объемах;
- ограждение опасных зон (мест), ужесточение контроля поведения сотрудников, штрафование подразделений за аварии и (или) перерасходы (убытки);
- сокращение времени нахождения в опасных зонах (изменение маршрутов и технологий, установление ограничений и т.д.).

Основное преимущество метода заключается в его простоте и стопроцентной минимизации риска. Однако он ограничен в применении, и это один из основных его недостатков. Другой минус — приходится отказываться от определенной деятельности и, следовательно, терять в доходах, с ней связанных. Поэтому отказ от рискованных операций применим только по отношению к крупным рискам. Необходимо избегать рисков, превышающих установленную емкость.

Принятие риска. Этот метод также известен как «удержание» риска. Он используется, если уровень последнего не выходит за границу толерантности и все факторы, его образующие, выявлены либо когда невозможно применить другие методы воздействия. Компания принимает на себя финансовые последствия от наступления неблагоприятного события и самостоятельно страхуется от ущерба, создает резерв на покрытие убытка. Сумма резерва обычно равна сумме, необходимой для полного покрытия возможного ущерба.

Принятие риска означает, что он всегда находится под контролем. И для этого в компании должны быть определены административные процедуры по принятию рисков, а персонал обучен действиям в кризисных ситуациях. Например, для удержания производственных рисков необходимо разработать инструкции по технике безопасности, обучить сотрудников их соблюдению и действиям на случай возможной аварии. Если контроль над опасным

участком или бизнес-процессом установлен, этот риск в компании становится менее ощутимым.

Удерживать (принимать) риски можно, например, так:

- отслеживать динамику активов и пассивов компании и своевременно приводить их в приемлемое (нерискованное) соотношение (коэффициентный анализ);

- сокращать величины потенциальных потерь за счет установления лимитов на любые инвестиционные операции и активы, подверженные риску;

- нормировать оборотные производственные фонды компании;

- устанавливать допустимые средние остатки денежных средств на расчетном счете, лимиты дебиторской задолженности как на каждого конкретного покупателя, так и на структурное подразделение в целом, что позволит избежать риска неплатежеспособности компании.

К основным недостаткам данного метода, как показывает практика, можно отнести постоянный рост потерь, которые компании приходится принимать на себя. Остановить этот рост можно, только если научиться действительно управлять риском, воздействовать на него каким-либо другим способом. Именно поэтому предприятиям, предпочитающим принятие рисков, необходимо разрабатывать и внедрять программы по предотвращению потерь, а также постоянно контролировать величину возможного ущерба. Среди основных достоинств метода — простота в реализации и низкие операционные расходы, отсутствие необходимости в привлечении высококлассных и дорогих специалистов в области управления рисками.

Компенсация риска. Этот способ управления рисками требует тщательного изучения потенциала компании и, как следствие, разработки комплекса компенсирующих мероприятий, привлечения резервов, диверсификации ее деятельности. Подразумевается, что предприятие одновременно реализует свои проекты в совершенно не связанных между собой отраслях, что позволяет компенсировать снижение доходности в одной сфере ростом в другой.

Пожалуй, компенсацию рисков можно назвать одним из самых основных эффективных защитных механизмов в условиях финансового (экономического) кризиса. Основной недостаток метода — возможность применения только в отношении крупных предприятий и корпораций, поскольку компенсация риска эффективна в том случае, если процесс разработки стратегии пронизывает буквально все сферы деятельности компании.

Если риск недопустимо принять, необходимо не только выбрать способ реагирования, но и выгодные по стоимости мероприятия.

Для выбора способа действия целесообразно ответить на следующие вопросы.

1. Собираетесь работать со всеми рисками — высокими, средними и низкими или сначала рассмотрите только высокие, затем перейдете к средним и в последнюю очередь обратите внимание на низкие? Ответ зависит от того, какие есть ресурсы, но не столько денежные, сколько временные и квалификационные. Если в компании работает риск-менеджер, можно заниматься всеми рисками. Если рисками управляет один из специалистов в дополнение к основной работе, то времени и квалификации у него, скорее всего, недостаточно. Необходимо помнить, что нейтрализовать абсолютно все риски вряд ли удастся.

2. На что будете влиять: на вероятность риска, возможный ущерб от него или оба фактора? Ответ зависит от вида риска. Например, если отказаться от валютных расчетов и инвестиций, автоматически сводится к нулю вероятность возникновения валютного риска и потери от его реализации. Если застраховать имущество, снижается только возможный ущерб в случае пожара, кражи, аварии, но это не влияет на вероятность.

3. Чем планируете управлять: устранять причины риска или готовиться к последствиям? Ответ зависит от того, где находится причина риска — внутри компании или за ее пределами. К примеру, в случае с политическими рисками предприятие может подготовиться к последствиям и разработать мероприятия, которые снизят ущерб. Если речь об экологическом риске, у компании есть возможность повлиять на его причины, например закрыть «грязное» производство или построить очистные сооружения.

4. Сколько стоят мероприятия по управлению риском? Меры по минимизации риска могут быть платные и бесплатные. Примеры из первой группы: установить пожарную сигнализацию, принять на работу дополнительного сотрудника; из второй: дополнительно согласовывать заключаемые договоры, установить лимиты топ-менеджерам по принятию решений о заключении сделок. Чтобы выявить стоимость мероприятий, рассчитывают, во сколько они обойдутся, исходя из стоимости услуг, т.е. формируют смету по каждому мероприятию без привязки к бюджету компании.

Выбрав, как реагировать на риск, и спрогнозировав стоимость мероприятий по его снижению, важно определить, эффективны ли они. Для этого сначала оценивается остаточный риск — риск после мероприятий, направленных на его снижение.

Затем важно убедиться, что одновременно выполняются два условия. Первое: остаточный риск меньше присущего риска — риска до мероприятий, направленных на его снижение. То есть в результате мероприятий риск снизится. Второе: разность присущего и остаточ-

ного риска меньше или равна стоимости мероприятий по снижению риска. Если выполняются оба условия, план стоит признать эффективным и выполнить. Если нет, нужно рассмотреть альтернативные действия или выбрать другой способ реагирования на риск.

По итогам отчетного периода оценивают, насколько верными были действия компании по управлению рисками, что достигнуты установленные бюджетные цели в рамках допустимых отклонений, что затраты на снижение рисков оказались не выше заложенных в бюджете. Для контроля используют различные отчеты о мероприятиях по управлению рисками. По итогам анализа необходимо определить, какие ошибки допущены и что нужно скорректировать в управлении рисками. Эти мероприятия позволят формировать собственные базы знаний, статистическую информацию.

Цикл управления рисками повторяется в зависимости от параметров внешней и внутренней среды ежегодно или ежеквартально. Для оперативного получения информации о новых рисках от сотрудников компании и проч. вводятся специальные документы — например, уведомление о рисках.

11.3. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Принято выделять следующие группы финансовых рисков инвестиционных проектов: риски финансирования, процентные, валютные, дефолта и потери ликвидности. На практике они могут пересекаться, но в целях снижения их воздействия на проект, необходимо анализировать каждую группу в отдельности.

Риски финансирования могут возникнуть на любой стадии проекта и заключаются в нехватке инвестиций. К примеру, когда инвестор не может обеспечить запланированные вложения или требуются дополнительные средства по причине того, что стоимость и сроки реализации проекта оказались больше ожидаемых.

Чтобы снизить риски финансирования, стоит продумать, как, по какой схеме и на каких условиях могут быть получены недостающие вложения. При этом нужно соблюдать следующие правила.

Во-первых, средства от частных инвесторов желательно привлекать на контролируемые компанией счета как можно раньше. В инвестиционном договоре имеет смысл предусмотреть санкции, например, за задержку финансирования или отказ продолжать сопровождать проект.

Во-вторых, необходимо сократить число оснований, на которых банк может приостановить транши по кредитной линии или потребовать досрочного погашения кредита.

В-третьих, следует продумать источники дополнительного финансирования. Например, из-за того, что выросла инвестиционная

смета проекта или отсрочили его запуск. В последнем случае потребуется начать погашать кредит и выплачивать проценты до того, как проект станет генерировать денежный поток.

Минимизировать риск нехватки финансирования можно, если договориться с инвесторами о возможности увеличить вложения. Также целесообразно проработать перспективы привлечения дополнительных кредитов, но для этого необходимо контролировать, чтобы первый кредитный договор не содержал жестких ограничений на новые займы.

Риски увеличения процентных ставок по кредитам проявляются в том, что компании приходится переплачивать банку исходя из меняющейся рыночной ситуации, возвращать сумму, которую не может выдержать проект. Основная причина — переменная процентная ставка. Обычно ее привязывают к базовым ставкам (например, LIBOR или MosPrime).

Базовые ставки относительно постоянны, могут почти не меняться годами. Поэтому в периоды стабильности затраты на обслуживание долга нетрудно спрогнозировать. Но в кризис базовые ставки ощутимо повышаются, из-за этого растут процентные расходы и риски банкротства компаний-заемщиков. Иногда кредитный договор с переменной ставкой не содержит прямых упоминаний о ней. Например, когда оборотный капитал финансируют из возобновляемого кредита, который продлевают каждый год. Вместе с изменениями рыночных условий будут меняться и условия кредитования.

Процентные риски инвестпроекта иногда проявляются в том, что в ходе его реализации снижается первоначальная стоимость финансирования. В таком случае целесообразнее перейти к более дешевым источникам — рефинансировать текущий кредит.

Чтобы сократить процентные риски, стоит избегать переменных ставок в кредитных договорах. Кроме того, есть смысл привлечь долгосрочное финансирование с минимальными ограничениями банка на досрочное погашение долга.

Валютные риски проявляются в тех инвестпроектах, по которым доходы оценивают в одной валюте, а затраты — в другой. Такие риски усиливаются, если доходы и затраты возникают в разное время. Тогда даже естественное выравнивание цен под действием рыночных факторов может не помочь проекту.

Есть два способа снизить валютные риски. Первый заключается в том, чтобы фиксировать затраты проекта в той же валюте, в которой получают доходы. Это касается кредитов и процентов по ним, оплаты оборудования и материалов, транспортных расходов.

Второй способ состоит в том, чтобы использовать финансовые инструменты, которые помогают сгладить колебания курса. Например, валютные свопы, форвардные и фьючерсные контракты

на покупку и продажу валюты. Свопы помогают устранить влияние курсов на длительный срок, но их применяют только для крупных сумм, чтобы привести кредит к местной валюте. Для небольших сумм и на короткий срок до года подходят фьючерсы. Они удобны, если нужно зафиксировать курс доходов или затрат в иностранной валюте.

Риск дефолта возникает, когда у инвестпроекта не хватает запаса финансовой прочности. Тогда из-за ухудшения рыночной ситуации, падения доходов кредитные и прочие обязательства проекта оказываются непогашенными.

Чтобы снизить риски до приемлемого уровня, стоит контролировать два показателя.

Первый — отношение суммарной задолженности к EBITDA инвестиционного проекта. Если отношение выше трех, кредитная нагрузка высока и возможен дефолт. Если показатель выше шести, проект превысил предельную долговую нагрузку, вопрос предотвращения дефолта стоит на первом месте.

Второй показатель — отношение денежного потока, доступного для обслуживания долга, к суммарным платежам банку. Желательно, чтобы коэффициент был от 1,5 единиц и выше в каждом из периодов проекта.

В зависимости от условий проекта требования могут быть менее жесткими или, наоборот, допустимая долговая нагрузка будет меньше. Но в любом случае, привлекая заемный капитал, нужно внимательно следить за величиной суммарной задолженности и значением EBITDA.

Риски потери ликвидности проявляются в том, что компания, которая реализует инвестпроект, не может своевременно рассчитываться с контрагентами. Просрочка таких платежей может привести к срывам планов, удорожанию проекта, судебным разбирательствам.

Контролировать ликвидность можно двумя способами. Первый — через коэффициент текущей ликвидности, который должен быть больше единицы. Второй способ — через остатки денежных средств. Их можно соотносить либо с обязательствами, либо со средними расходами. Чаще всего компании считают достаточным иметь запас денег на неделю работы. Следует помнить, чем более нестабильны поступления и чем сильнее они зависят от одного контрагента, тем больше должен быть запас ликвидности.

Чтобы компания сохраняла устойчивость к колебаниям ликвидности на всем протяжении проекта, при планировании стоит придерживаться трех правил:

— коэффициент текущей ликвидности по прогнозному балансу должен быть на уровне, приемлемом для отрасли, в которой реализуют проект, но не ниже единицы;

— остатки денег в каждом прогнозном периоде должны покрывать затраты компании на четыре-семь дней либо на срок, который принят для действующего бизнеса;

— показатели ликвидности должны быть тем выше, чем больше доходов компании зависят от одного покупателя.

В заключение, необходимо отметить, что последовательность действий по снижению рисков инвестиционного проекта может быть следующей. Во-первых, предусмотреть инвестиционную фазу — период, когда в проект только вкладывают деньги, но отдачи от них еще нет. Во-вторых, заложить в бюджет проекта 5–10 процентов на непредвиденные расходы. В-третьих, учесть инфляцию в расходной части сметы. В-четвертых, рассчитать срок окупаемости проекта с учетом ставки дисконтирования, а в ставке отразить стоимость денежных средств именно для своей компании. Например, ставка может быть равна средневзвешенной ставке по кредитам плюс 2 процента.

Важно постоянно контролировать и анализировать основные этапы работ, технологическую цепочку, детально разбираться в технической документации и описании проекта.

11.4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Эффективность инвестиций во многом зависит от того, насколько полно и объективно были учтены риски на прединвестиционной стадии, еще до принятия решения. Важно максимально корректно учесть при оценке инвестиционного проекта все угрозы, связанные с его реализацией.

На практике сформировались два способа учесть риски при планировании инвестпроекта. Первый — заложить их уровень в ставку дисконтирования. Второй способ — выделить основные риск-факторы проекта, оценить вероятность их реализации и возможный ущерб, проанализировать чувствительность к ним показателей эффективности и спроектировать сценарии развития проекта.

Один из самых простых способов учесть риски по проекту — отразить их уровень в ставке дисконтирования, которая применяется в расчетах показателей экономической эффективности проекта. Для этих целей, по мнению специалистов, наиболее подходящим является кумулятивный метод расчета (*build-up approach*), позволяющий выявить различные факторы риска экспертным путем. Расчет ставки дисконтирования с учетом факторов риска кумулятивным методом проводится путем суммирования безрисковой ставки доходности и поправки (премии) на риски.

Определение ставки дисконтирования по кумулятивному методу наиболее подходит для российских условий. За безрисковую

ставку доходности можно принимать доходности ценных бумаг, соответствующих инвестиционному проекту по срокам и валюте, доходность по долгосрочным облигациям Правительства РФ, по депозитам Сбербанка и т.п.

Для оценки факторов риска рекомендуется создавать экспертную группу. В ее состав могут входить руководители функциональных департаментов компании, других инвестиционных проектов, финансовый, коммерческий директоры, а также внешние консультанты-эксперты (особенно если проект планируется реализовать в незнакомом регионе). Оптимально, если в экспертной группе будет примерно пять участников. Меньшее количество экспертов не обеспечит должной объективности оценок, большее — затруднит обработку собранных мнений и вынесение согласованного решения. Конечно, число участников экспертной группы может варьироваться в зависимости от сложности и масштабности проекта.

Прежде чем производить оценку факторов рисков, необходимо решить, в каком диапазоне она будет осуществляться. Как правило, величина диапазона возможных поправок на риск определяется каждым экспертом в зависимости от квалификации и опыта, количества рассматриваемых факторов, а также достоверности и актуальности имеющейся информации о рисках. Например, наиболее вероятному рисковому событию соответствует поправка 7 процентов, наименее возможному — 1 процент.

На основе предложенного диапазона поправок на риски эксперты оценивают значимость того или иного фактора риска из перечня. Среднее арифметическое общих поправок на риски от каждого эксперта является итоговой поправкой на риск, наиболее вероятной для данного инвестиционного проекта. Суммируя данную величину и безрисковую ставку доходности, определяем ставку дисконтирования для расчета потока денежных средств и показателей эффективности по проекту.

Подобная методика оценки рисков проекта широко применяется на практике, поскольку довольно проста и позволяет учесть риски проекта еще на этапе отбора. Однако данный подход обладает существенным недостатком — он дает лишь приближенное представление об уровне рискованности проекта, не позволяя принять в расчет индивидуальные факторы. Поэтому компаниям, для которых реализация инвестиционных проектов является основной деятельностью, а также тем, кто финансирует проекты преимущественно за счет заемных средств, следует проводить комплексный анализ рисков.

Комплексное исследование позволяет выделить и изучить наиболее существенные для проекта риски, рассчитать вероятные значения показателей экономической эффективности (с учетом воз-

можных потерь) и в итоге принять взвешенное инвестиционное решение. Полноценный анализ рисков, как уже было сказано, включает их выявление, качественное описание, измерение и оценку влияния на показатели экономической эффективности, проектирование сценариев развития событий. В принципе, добавив в эту систему еще один компонент — управление рисками и контроль над ними, — можно говорить о системе риск-менеджмента инвестиционной проектной деятельности.

Качественный анализ подразумевает выявление рисков, присущих инвестиционному проекту, их описание и группировку. Обычно выявляются специфические риски, непосредственно связанные с реализацией проекта (проектные), а также форс-мажорные, управленческие, юридические. Если проект планируется реализовать в другой стране, то имеет смысл подробнее рассмотреть и страновые риски. Для удобства дальнейшего отслеживания проектные риски стоит учитывать по стадиям: начальной (прединвестиционной), инвестиционной (строительной) и эксплуатационной. Итогом этапа качественного анализа рисков должна стать карта рисков инвестиционно-строительного проекта.

Качественный анализ рисков — задача той же экспертной группы, что оценивала общие риски на этапе расчета ставки дисконтирования.

Следует помнить, что затраты на работу по идентификации рисков и последующие мероприятия не должны превысить получаемый эффект. На практике число выявленных рисков проекта может достигнуть нескольких сотен для сложных объектов, но в среднем рассматриваются не более 30–40.

Описание рисков не предоставляет информации о возможных потерях или их вероятности, оно служит основой для количественного анализа рисков.

Задача количественного анализа — выявить наиболее существенные риски с точки зрения их влияния на чистую приведенную стоимость (*NPV*) проекта и определить вероятность их наступления. По его итогам можно сделать вывод о том, стоит ли реализовывать проект при обнаруженном уровне риска и соответствующем ему размеру потенциальных потерь.

Риски необходимо оценивать как минимум по двум шкалам: существенности и вероятности. Теми, чьи последствия будут ничтожны, можно пренебречь, даже если вероятность их реализации велика. В то же время следует сосредоточиться на управлении наиболее существенными рисками — вовремя принять контрмеры, предотвратить наступление рисков событий, избежать их, застраховать. Следует отметить, что лишь относительно небольшое число рисков являются существенными. Например,

для строительных проектов это чаще всего отклонения по срокам и затратам.

Наиболее существенные риски, оказывающие значительное влияние на чистую приведенную стоимость проекта, выделяются путем анализа чувствительности. Его можно проводить по всем выявленным рискам, однако это слишком трудоемко. По этой причине выделяются укрупненные риск-факторы, наиболее важные, по мнению экспертов, часто встречающиеся на практике или способствующие возникновению других рисков. Например, практически для любого инвестиционно-строительного проекта укрупненными риск-факторами являются изменение стоимости строительно-монтажных работ, сдвиг сроков реализации проекта, изменение цены реализации 1 кв. м площадей объекта, задержка разработки проектно-сметной документации и несвоевременный отвод земельного участка. Значение каждого риск-фактора и его влияние на доходы и расходы по проекту определяются на основе экспертного мнения, затем пересчитывается плановое значение *NPV*.

Отметим, что расчет чувствительности *NPV* начинается с выбора диапазона возможных изменений значений риск-фактора. Предполагается, что каждый из риск-факторов имеет пять возможных сценариев реализации: уменьшение на 20 процентов, на 10 процентов, увеличение на 20 процентов, на 10 процентов и промежуточный сценарий, не предполагающий изменений (0 процентов). Значения *NPV*, получаемые по каждому из сценариев, отражаются в соответствующей таблице.

Из выделенных риск-факторов нужно выбрать те, которые оказывают наиболее существенное влияние на величину *NPV*. По ним и проводится дальнейший анализ. Количество существенных факторов зависит от того, какой порог снижения *NPV* проекта приемлем для компании-инвестора. Если, например, он составляет 5 процентов, то все риск-факторы, оказывающие большее влияние на *NPV*, можно отнести к существенным.

Чтобы не было разногласий между экспертами при определении вероятности наступления рисков событий, целесообразно разрабатывать вспомогательные (поясняющие) шкалы вероятности риск-фактора.

Вероятность реализации существенных риск-факторов определяется в два этапа. Сначала рассчитывается вероятность того, что фактор изменится в принципе (так называемая вероятность первого уровня).

На втором этапе определяется вероятность того, что риск-фактор изменится на определенную величину (вероятность второго уровня). При этом предполагается, что так же, как и при анализе чувствительности, каждый из риск-факторов имеет пять воз-

возможных сценариев реализации. Итоговая вероятность по каждому риск-фактору получается путем умножения вероятности первого и второго уровня.

Анализ сценариев развития проекта позволяет оценить влияние на проект возможного одновременного изменения нескольких риск-факторов. Он может выполняться как с помощью электронных таблиц (например, *MS Excel*), так и с применением специальных компьютерных программ.

Сценарный анализ подразумевает расчет таких показателей, как дисперсия, стандартное отклонение и коэффициент вариации по массиву значений *NPV*, полученному в ходе анализа чувствительности. Стандартное отклонение отражает возможный разброс значений *NPV* от среднего (наиболее вероятного) значения. Коэффициент вариации является мерой риска на единицу доходности, поэтому может служить для сравнения различных проектов с точки зрения их рисков.

На основании результатов проектирования сценариев делается вывод, насколько рискован проект и какова ожидаемая потеря доходности в случае негативного развития событий. Анализ данных, полученных в ходе проектирования сценариев, проводится с использованием правила «трех сигм», в соответствии с которым отклонение *NPV* от своей средней величины не превысит стандартного отклонения с вероятностью 68,27 процента, двух стандартных отклонений — с вероятностью 95,45 процента, трех — 99,7 процента. Причем основным фактором риска выступает сдвиг срока реализации проекта (наибольший разброс значений *NPV*). Итоговое решение принимается из расчета, готов ли инвестор с вероятностью 68 процентов получить рассчитанный доход вместо запланированного.

Следует помнить, что ни одна методика не позволяет со 100-процентной гарантией отобрать проекты, которые будут успешны и прибыльны. Многое зависит и от достоверности экспертной оценки, поэтому нужно очень тщательно подходить к отбору экспертов.

При реализации мероприятий по оценке рисков необходимо рационально подходить к применению тех или иных методик. Например, некорректно делить риски на те, что несут негативные финансовые последствия для компании (снижение прибыли, *ЕВITDA*, рост затрат и т.д.), и на те, что не подразумевают прямых убытков (последствия для деловой репутации, социальные и т.д.). Это может привести к несопоставимости оценок. Частая причина такой ошибки — конфликт интересов между потребностью в надежной и безопасной эксплуатации производственных активов и экономической целесообразностью затрат на эти цели. Инженеры оценивают

риск как возможность отказа единицы оборудования и следующие за этим снижение надежности всего объекта, возможный травматизм персонала, повышенное загрязнение окружающей среды и т.д. Финансовый специалист при выделении бюджета на техническое обслуживание оборудования не видит расчетов, которые бы показали, сколько компания может потерять денег из-за этой аварии, кроме оценки невыпущенной продукции или убытков прошлых периодов. А эта сумма ущерба может быть не настолько существенна или распределена во времени, но бюджет нужно выделять заранее. В этом случае все зависит от обоснованного определения вероятности и ущерба от риска.

Последствия рисков, не имеющие прямой финансовой оценки, могут негативно влиять на кредитный рейтинг компании. А это, в свою очередь, увеличит стоимость кредитных ресурсов.

Нефинансовые последствия возможны и в результате различных конфликтных ситуаций с внешними заинтересованными лицами компании (общественные организации, контрольные и надзорные органы и т.д.).

Еще одним проблемным аспектом является использование в расчетах только одного сценария развития событий, учетного при бизнес-планировании, без его корректировок в течение расчетного периода. С течением времени оценка становится неадекватна конъюнктуре рынка. При этом может быть упущен важный момент его перехода в другую категорию существенности для компании, например, в критические. Такая ошибка приводит к несвоевременному оповещению руководства компании об изменениях, а следовательно, не позволяет качественно и быстро отреагировать на изменения и воздействовать на риск.

В данном случае не имеет значения, улучшилось или ухудшилось положение в компании. К примеру, по итогам оценки валютного риска, сделанной в начале года, выделили денежный резерв на оплату валютных обязательств. При этом в течение отчетного периода стоимость риска не корректировалась с учетом изменений. В итоге компания может попасть в ситуацию, когда резервных средств окажется недостаточно в связи с резким ростом курса на дату платежа. Или же, наоборот, если стоимость риска изначально была переоценена и в дальнейшем не корректировалась, существенная доля средств может быть исключена из оборота компании напрасно. Причиной этого могут быть как сознательное «замораживание» ключевых показателей деятельности компании в течение текущего периода, так и отсутствие необходимых инструментов риск-менеджмента для их своевременной корректировки.

Чтобы избежать подобных последствий, нужно регламентировать порядок регулярного пересмотра стоимости рисков. Необходи-

димо, чтобы их корректировка проводилась до момента принятия решений о бюджетировании мероприятий по снижению рисков.

Часто при оценке риска величина возможного ущерба от его реализации ограничивается величиной стоимости актива, вышедшего из строя. Это может приводить к существенному занижению убытков от рисков.

К примеру, на промышленном объекте (металлургический завод, электростанция, нефтеперерабатывающий завод и т.д.) произошел пожар в производственном помещении. При этом были полностью уничтожены две единицы оборудования, пострадали сотрудники, а кроме того, зафиксирован выброс вредных веществ в соседний водоем. В этом случае сумма ущерба значительно выше стоимости выбывших основных средств, поскольку сопоставима:

- с суммой штрафов за нарушение экологических норм и требований, а также правил охраны труда и техники безопасности;
- с размером санкций за недопоставку электроэнергии и мощности (для энергогенерирующих объектов);
- с затратами на возмещение ущерба третьим лицам (даже с учетом страховых выплат, так как возможные варианты страхования далеко не всегда покрывают последствия аварий, да и сами по себе недешевы);
- с негативными воздействиями на репутацию компании, вплоть до падения ее капитализации на бирже.

Поэтому при расчете риска неправильно брать за основу только стоимость оборудования и в зависимости от рассматриваемого риска дробить ее сумму от 0 до 100 процентов и учитывать в качестве возможного ущерба.

Иными словами, нельзя ограничиваться каким-то одним видом убытка при оценке рисков. Необходимо рассматривать каждую составляющую ущерба по отдельности и суммировать получившиеся суммы для расчета итоговой оценки. Любую составляющую потерь компании можно оценить, подобрав соответствующую методику оценки рисков. А в ходе расчетов сравнить их между собой и ранжировать по степени существенности для компании. При таком подходе риски, несущие высокие убытки, становятся на один уровень значимости с теми, что влияют на репутацию компании на рынке.

Использование неактуальных методик оценки риска — это одна из самых проблемных позиций в системе управления рисками. Например, применение в расчетах функции распределения случайных величин для разных случаев. Причина нерегулярного пересмотра методик, используемых для оценок риска, — в отсутствии соответствующих регламентов или в недостатке ресурсов (нет необходимых данных, загруженность персонала другими задачами).

Если есть возможность накапливать статистику рискованных событий, то с течением времени можно перейти от качественной оценки вероятности риска (экспертным методом) к количественной оценке. Самый распространенный вариант — выбор нормальной функции распределения или использование метода Монте-Карло для генерации случайных сценариев рискованных событий.

Важно регулярно пересматривать методологию оценки и управления рисками предприятия. Без ее актуализации накапливаемая с течением времени статистика и результаты, полученные на этапе первоначальной разработки методики, могут стать некорректными (не соответствующими физическим процессам). Обязательна проверка расчетов рисков на соответствие реальным данным. То есть, чтобы минимизировать погрешность вычислений, нужно регулярно сопоставлять результаты оценки рисков с фактическими событиями, произошедшими в рассматриваемом периоде (например, год). Как правило, при таких проверках выясняется, что с течением времени одни риски (наиболее критичные) по итогам первоначальных расчетов реализуются реже, а на первый план выходят риски, оцененные низко либо вообще не идентифицированные. Дело в том, что рискованные события (аварии, судебные иски, налоговые претензии и т.д.), имеющие достаточную базу статистики, оцениваются довольно качественно. А оценка рисков новых или редких проводится экспертно либо способами, допускающими большую погрешность. Поэтому имеет смысл разделять методики для разных типов риска.

12. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

12.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИЕЙ

Переформатирование понятия «эффективности управления» является непрерывным процессом, традиционные трактовки эффективности по затратам, доходам, прибыли и инвестициям дополняются представлениями о специфике экономического и корпоративного роста, об особенностях устойчивости развития или нелинейной его динамики и т.п. Вслед за расширением представления о результирующих показателях, соотносимых с затрачиваемыми ресурсами при расчете показателей эффективности, расширяется трактовка целей управления, классов используемых ресурсов, субъектности результатов и проч.

Решение вопросов прогнозирования и планирования эффективности производственно-финансовой деятельности ложится на плечи финансовых подразделений предприятий, что подкрепляется широко внедряемыми инструментами и механизмами цифровой трансформации. Важность информационной составляющей поддержки принятия решений трудно переоценить, и на первый план выходят творческие, аналитические и ценностные установки руководителей финансовых служб, их встроенность в процесс стратегического управления, а также содействие в операционной работе предприятий.

Несмотря на то, что основными вопросами, находящимися в непосредственном ведении финансовых служб, являются вопросы управления финансовыми ресурсами, интегральный подход к оценке эффективности позволяет реализовать непротиворечивость контура управления.

Формируя информационные базы принятия решений, компании сталкиваются с необходимостью работы как с качественными, так и с количественными показателями. И если качественные характеристики принято рассматривать как глубоко субъектные, характеризующие уникальные особенности производственной системы, ценности и приемы управленческой команды, то количественные

показатели, такие как показатели наличия и движения сырья и материалов, расхода энергоресурсов и времени работы персонала и оборудования, должны быть непротиворечивы, для них должен быть организован специальный учет. Также должны быть регламентированы вопросы источников информации, единиц измерения показателей и применения данных учетных регистров.

Товарно-материальные ценности. К товарно-материальным ценностям, для которых необходимо предусмотреть количественный учет, относятся:

- сырье и материалы, в том числе возвратные отходы;
- готовая продукция (отдельно стоит учитывать брак);
- незавершенное производство;
- инструмент и специальная технологическая оснастка;
- спецодежда.

Современные учетные системы позволяют одновременно вести стоимостный и количественный учет. Для высокой эффективности управления товарно-материальными ценностями важно определить цели количественного учета; исходные данные; единицы измерения; порядок ведения учета. Эта информация будет использоваться при реализации моделей производственно-экономической оптимизации.

Формирование данных учета о количестве сырья и материалов необходимо для контроля наличия этих ресурсов; планирования объема закупок для исполнения производственной программы; расчета нормативов потребления при производстве продукции; сравнения фактического расхода с установленными нормативами; оценки потерь компании при выявлении порчи или недостачи.

Для количественного измерения сыпучих материалов используются килограммы или тонны (но не упаковки, коробки, поскольку такой информации недостаточно для контроля). Иногда их учитывают в единицах объема — кубических метрах или литрах. Рулонные материалы чаще всего измеряют в погонных метрах. Количество жидкостей оценивают в кубических метрах или литрах. Горючесмазочные материалы предприятие может приобрести в тоннах, килограммах или литрах (в зависимости от того, как их оформляет поставщик), а списывать их нужно в единой системе единиц, например, литрах. Поэтому для этих материалов потребуется учет в двух единицах измерения — объем (кубические метры, литры) и масса (тонны, килограммы). Для измерения количества штучных материалов применение штук и комплектов повышает точность управленческих решений. Исключением является мелкий крепеж, и его целесообразнее учитывать по массе.

Источниками информации для учета наличия и движения сырья и материалов при покупке выступают, как правило, товарные

накладные (например, по форме № ТОРГ-12 или иной документ, подтверждающий поступление ресурсов на предприятие); при передаче в производство — требования-накладные (например, соответствующие по форме № М-11); для контроля наличия — инвентарные описи.

Движение сырья и материалов в процессе производства учитывается в детализации по операциям. Для количественного учета используется регистр «Учет сырья и материалов в натуральном выражении», включающий, например, такие графы: «Наименование», «Артикул», «Дата операции», «Склад» (если у компании несколько мест хранения), «Срок годности» (при необходимости), «Начальный остаток», «Поступление», «Расход», «Конечный остаток». Подведение итогов за отчетный период целесообразно проводить по каждому подразделению.

Формирование данных о количестве готовой продукции необходимо осуществлять для анализа выполнения плана производства; контроля наличия и оценки стоимости запасов; анализа производительности труда производственного персонала; оценки потерь при выявлении порчи и недостачи.

Определение количества готовой продукции целесообразно, как в натуральных, так и условно-натуральных единицах измерения.

Источниками информации о количестве готовой продукции выступают производственная отчетность — консолидированные данные первичной документации (производственных заданий, сдаточных накладных), а также инвентарная опись.

Для учета количества готовой продукции может быть введен регистр «Учет готовой продукции в натуральном выражении» с графами «Наименование», «Артикул», «Дата операции», «Склад» (если у компании несколько мест хранения), «Срок годности» (при необходимости), «Начальный остаток», «Выпуск», «Реализация», «Конечный остаток».

Задачами, решаемыми при количественном учете незавершенного производства, являются корректная оценка его стоимости, а также калькулирование себестоимости готовой продукции.

Для измерения незавершенного производства можно применять натуральные (штуки, килограммы и т.д.) или условно-натуральные единицы. Условное изделие (условный комплект) — это объем незавершенного производства, приравненный по стоимости или трудоемкости к одному физическому изделию (штуке, комплекту).

Для правильного определения количественных остатков незавершенного производства должен быть организован учет его движения в производстве в течение периода. Другой вариант — периодическая инвентаризация незавершенного производства по окончании периода.

Регистр «Учет незавершенного производства в натуральном выражении» может включать графы «Дата операции», «Подразделение», «Наименование израсходованного материала», «Количество израсходованного материала», «Наименование изделий незавершенного производства», «Начальный остаток изделий незавершенного производства», «Конечный остаток изделий незавершенного производства».

Количественный учет таких активов, как спецодежда, инструмент, специальная технологическая оснастка, необходим для контроля их наличия; планирования закупок для производственного процесса и соблюдения требований законодательства о сроке использования спецодежды, а также контроля использования.

Единицами измерения для количественного учета инструмента и оснастки являются штуки, а для учета спецодежды — штуки и комплекты.

В качестве источников информации целесообразно использовать товарные накладные; акты выбытия малоценных и быстроизнашивающихся предметов; ведомости учета выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений (например, межотраслевая форма № МБ-7) и инвентарные описи.

Списание спецодежды, инструмента, оснастки в производство не означает их фактический расход. Поскольку по факту их продолжают использовать, в этой связи необходим их аналитический учет.

В регистры количественного учета инструмента, спецодежды, специальной технологической оснастки должны быть включены графы «Дата операции», «Наименование ТМЦ», «Срок эксплуатации», «Материально ответственное лицо», «Начальный остаток», «Поступило», «Выбыло», «Конечный остаток» (в этом же регистре возможно ведение учета списания стоимости спецодежды, инструмента и оснастки).

Энергоресурсы. Одна из значимых статей затрат производственного предприятия — стоимость потребленных энергоресурсов, их количественный учет необходим, чтобы:

- оценивать энергозатраты;
- анализировать энергоемкость производства, определять необходимость оптимизации технологических процессов, смены технологий.

Натуральными единицами измерения энергоресурсов являются: электроэнергия — киловатт-час (кВт-ч); тепловая энергия — гигакалории на квадратный метр (Гкал/кв. м); природный газ и вода — кубические метры (куб. м); топливо — тонны условного топлива (т. у. т.). В этих единицах можно измерять также электроэнергию

и тепловую энергию. Источниками информации служат непосредственно показания приборов учета.

Для каждого вида энергоресурса для организации учета составляется отдельный акт снятия показаний приборов учета, в который могут быть внесены показания на начало и конец периода, коэффициент пересчета (если есть у прибора, см. технический паспорт счетчика). На основе этих данных может быть рассчитан фактический расход как произведение коэффициента пересчета на разность между конечным и начальным значением расхода энергии.

Стоимость энергоресурса можно рассчитывать, используя формы актов или справок-расчетов стоимости энергоресурсов. На основе актов может быть сформирован общий отчет по предприятию — в детализации по подразделениям и видам энергоресурсов, также важно установить необходимую периодичность его составления (в зависимости от задач предприятия, но не реже раза в месяц).

Время работы персонала и оборудования. Учет времени, отработанного персоналом и оборудованием, целесообразно вести по подразделениям, в детализации по производственным операциям, отдельно учитывая время простоев. Эта информация нужна для оценки эффективности использования рабочего времени и потерь компании.

Данные количественного учета времени работы производственного персонала необходимы для расчета зарплаты и анализа эффективности использования рабочего времени и производительности труда.

Единицами измерения являются человеко-часы, человеко-дни. К источникам информации для количественного учета относятся табель учета рабочего времени — показывает количество отработанного времени; наряд или персональное задание — позволяет детализировать информацию об отработанном времени по сотрудникам и производственным операциям.

Наряд (персональное задание) содержит перечень операций, выполненных сотрудником, и (или) фактическое количество изготовленной продукции и нормативы времени. Отработанное время рассчитывается как произведение количества продукции и нормы времени изготовления (или как сумма нормативов времени на выполнение перечисленных операций). Этот документ в целях внутреннего контроля заполняет руководитель подразделения (мастер, бригадир), принимающий работы.

Сведения о времени работы персонала из нарядов могут учитываться в регистре «Учет времени работы производственного персонала». В него могут быть включены, например, такие графы: «Дата», «Сотрудник», «Время отработанное», «Наименование работ».

Накопленные данные о количестве наработанных машино-часов (время работы оборудования) используют для определения износа оборудования, планирования ремонтов и обслуживания; анализа загрузки производственных фондов; оценки эффективности использования оборудования; оценки потерь компании из-за простоя оборудования.

Для удобства учета парк оборудования разбивается на группы: разделяется по видам выполняемых на нем работ. Время работы оборудования можно учитывать двумя способами: по сменно-суточным заданиям (или нарядам) или при помощи приборов учета машино-часов. Учет времени простоев оборудования в детализации по причинам (ремонт, отсутствие ресурсов, отсутствие заказов и т.д.) можно отражать в специальном документе «Простои оборудования». Полученные сведения могут быть отражены в регистре «Учет времени работы оборудования» с графами «Дата операции», «Оборудование», «Время», «Вид загрузки» (эксплуатация, простой, ремонт, наладка, обслуживание). Для детального учета можно дополнительно ввести графу «Наименование работ».

Особенность управленческой отчетности для производственных предприятий. Для проведения анализа, а также планирования деятельности производственного предприятия должны быть разработаны специальные формы. Специфика этих форм обусловлена задачами, которые приходится решать менеджменту. К таким специальным формам принято относить планово-отчетные формы:

- о себестоимости выпущенной продукции. Себестоимость в производстве имеет сложную структуру, и менеджменту важно контролировать и регулировать ее составляющие и общую величину;

- об эффективности работы оборудования и производственного персонала. Один из способов увеличить прибыль предприятия — повысить производительность труда;

- о ремонтах производственных фондов. Чтобы избежать потерь из-за аварийных ситуаций, необходимо следить за тем, чтобы оборудование своевременно ремонтировали;

- о технологических потерях и браке. Их удастся снизить, только если взять под контроль.

Отчет о себестоимости составляется в разрезе номенклатуры готовой продукции. В него целесообразно включить данные об объеме производства, прямых и накладных расходах, полной себестоимости. Аналитическая ценность отчета будет выше, если в него добавляются показатели для сравнения — план, данные за предыдущий период, а также предусмотрен расчет отклонений.

Отчет о производительности труда производственного персонала позволяет контролировать эффективность труда сотрудников

по данным о выработке. Отчет необходим для расчета премий производственному персоналу, а также для управления производственными процессами.

Отчет об эффективности использования оборудования направлен на показатели фондоотдачи, фондоемкости, фондорентабельности. Дополнительно в нем целесообразно отразить выручку, стоимость произведенной продукции, прибыль. Данные для роста аналитической ценности должны быть представлены в сравнении с планом и прошлым периодом.

Отчет о расходах на техническое обслуживание и ремонт оборудования призван удостовериться в том, что компания в срок проводит планово-предупредительные ремонты, и сравнить с планом расходы на них.

В отчете о браке должна быть отражена информация о количестве и стоимости выявленного брака, его виде, технологических процессах, где он возник. Могут быть дополнительно указаны расходы на переработку или утилизацию брака.

В отчете о производственных потерях данные целесообразно разделять по видам потерь: материалы, рабочее время, электроэнергия. Информация по каждому виду должна быть представлена в натуральном и стоимостном выражении.

12.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для оценки эффективности использования производственного оборудования проводится его техническая оценка, дополненная финансовым анализом.

Оценка эффективности использования оборудования с технической точки зрения наиболее доступна при использовании мультипликативной модели — показателя общей эффективности оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OEE), который позволяет выявить проблемные, узкие места производства, определить, можно ли их устранить, и тем самым увеличить объемы выпуска продукции без ввода дополнительных мощностей. Общая эффективность оборудования представляет собой интегрированный показатель, который оценивают по трем критериям: доступность (Availability, A), производительность (Performance, P), качество (Quality, Q).

Критерий доступности оборудования позволяет определить масштабы внеплановых остановок: поломки и отказы, остановки из-за дефицита сырья или отсутствия места на складе. Показатель характеризует время, в течение которого оборудование было доступно для использования, в сравнении с плановым временем работы,

и рассчитывается как отношение фактически отработанного времени к плановому производственному времени.

Фактические данные автоматических контрольных измерительных приборов, установленных на оборудовании, либо информация, полученная вручную при включении (выключении) техники, позволяют оценить отработанное время. Плановое производственное время — общее время работы компании за минусом плановых остановок оборудования, например, на техническое обслуживание, — определяют исходя из производственного календаря и данных о плановых остановках, в частности, на основании данных регламента техобслуживания оборудования.

Критерий производительности отражает влияние на эффективность снижения скорости работы оборудования, например, за счет износа машин, использования некачественных материалов, неэффективных действий оператора. Расчет критерия производительности производственного оборудования на основании фактических данных, данных из технической документации оборудования, а также данных из управленческой отчетности (например, отчета о ключевых показателях эффективности) проводится по формуле:

$$\text{Критерий производительности} = \frac{\text{Фактический выпуск продукции за единицу времени}}{\text{Максимально возможный выпуск продукции за единицу времени}}$$

Критерий качества позволяет проанализировать размеры потерь, которые несет компания из-за отклонения от принятых стандартов, брака. Расчет критерия качества производственного оборудования проводится как отношение объема продукции, соответствующей стандартам качества, к фактическому выпуску продукции за единицу времени.

На основании характеристик доступности, производительности и качества можно рассчитать общую эффективность оборудования как произведение всех трех критериев, умноженных на 100%.

Чтобы оценить общую эффективность оборудования, можно использовать два варианта:

— исходя из мировой практики: 100 процентов — отличное производство, 80 — мировой уровень производства, 60 — типичное производство, 40 — низкая оценка, которая соответствует началь-

ному этапу работ по повышению качества. Так, если по итогам расчетов получили 30 процентов, это вовсе не всегда критично. Скорее, можно считать положительной новостью, поскольку резерв по эффективности — минимум 30 процентов (60–30%). Это очень большая величина, и у производства есть потенциал для развития;

— на основании данных по своей компании в динамике, отмечая общий тренд и резкие отклонения.

Показатель эффективности использования оборудования будет точнее, если фактическое время работы техники фиксировать автоматически, специальным измерительным прибором. При ручном контроле даже пятиминутные простои могут не быть зафиксированными, что приведет к завышению показателя эффективности.

Все три составляющие входят в эффективность с одинаковым весом. Это означает, что изменение любого из них на одинаковую величину ведет к одинаковому сокращению или росту всего показателя. В общем случае это можно считать правильным, но есть исключения, когда, например, выпуск некачественного продукта оказывает гораздо более весомое значение, чем уменьшение количества выпущенного продукта. Тогда на производстве целесообразно вводить собственные показатели эффективности.

В общих случаях на основании полученных результатов общей эффективности оборудования можно определить, какой из критериев больше всего повлиял на конечный показатель. К примеру, если последний ухудшился или находится на недостаточном уровне, за подробными комментариями и планами действий по изменению ситуации, как правило, необходимо обратиться к техническому руководству компании.

Чтобы провести финансовую оценку эффективности производственного оборудования, прежде всего, необходимо оценить его с технической стороны — выяснить, на сколько процентов используется оборудование, а затем для получения полной информации рассчитать традиционные показатели фондоотдачи и фондоемкости, а также удельные показатели, например, выручку на единицу оборудования.

Показатель фондоотдачи определяют как отношение стоимости годового объема продукции к среднегодовой стоимости основных производственных фондов. Коэффициент характеризует выход готовой продукции на 1 руб. ресурсов. Фондоотдачу анализируют в динамике за несколько лет. Повышение показателя фондоотдачи ведет к снижению суммы амортизационных отчислений, приходящихся на 1 руб. готовой продукции. Его увеличение — один из факторов интенсивного роста объема выпуска продукции.

Показатель, обратный фондоотдаче, называемый фондоемкостью, характеризует затраты или запасы ресурсов на 1 руб. вы-

пуска продукции. Исходными показателями для расчета являются годовой объем выпущенной продукции в отчетном году, а также среднегодовая стоимость оборудования. Для повышения аналитичности значение показателя приводятся в исторической динамике за три-пять периодов.

После анализа обобщающих показателей эффективности излишним будет подробнее изучить степень использования отдельных производственных мощностей компании, видов машин и оборудования, а именно определить удельные показатели, например, выручку на единицу оборудования, а также расходы на обслуживание одной единицы оборудования, количество человек на одну единицу оборудования и т.д.

В сочетании с индикатором общей эффективности оборудования эти показатели позволят оценить финансовые потери от простоев. Отдельное их рассмотрение некорректно, так как нельзя сделать вывод о неэффективности оборудования только при неудовлетворительных результатах расчета одного показателя. Например, если общая эффективность оборудования составляет 100 процентов, а при этом выручка на единицу оборудования незначительная, то проблема, скорее всего, не техническая, а коммерческая.

Кроме того, эти показатели целесообразно сравнивать с нормативными значениями, установленными в компании, и с внутриотраслевыми нормами, а также полезно наблюдать динамику изменения показателей. Все это позволит сформировать наиболее точную оценку эффективности использования производственного оборудования.

Подводя итоги технической и финансовой оценки эффективности использования оборудования, специалисты компании делают выводы об уровне использования производственных фондов в соответствии с мировыми стандартами и его соответствии типу производства; в каком объеме основное производственное оборудование может быть использовано, и как полученные значения могут быть использованы в контексте выполнения стратегических планов компании. В связи с этим специалистами может быть предложен перечень дополнительных мероприятий (например, частичная модернизация наиболее изношенного оборудования и т.д.).

12.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Оценка эффективности деятельности производственных подразделений может быть построена исходя из стратегических целей компании и тактических целей этих подразделений, что является

базовым управленческим подходом. Широкое распространение получила система сбалансированных показателей (ССП), разработанная Дэвидом Нортоном и Робертом Капланом. На ее основе может быть построена методика, и автоматизированные информационные системы, реализованные на базе подобной логики, смогут помочь лицам, принимающим решение, в определении целей подразделений и при разработке для каждого из подразделений показателей эффективности.

Эффективность работы предприятия в целом и его отдельных производственных подразделений можно оценить с помощью сбалансированной системы показателей по четырем направлениям:

- финансы (экономические цели, которые нужно достичь для обеспечения конкурентоспособности продукции на рынке);
- клиенты (цели как в отношении внешних клиентов (покупателей, заказчиков), так и в отношении внутренних (структурных подразделений, с которыми необходимо взаимодействовать в ходе производства товаров));
- внутренние бизнес-процессы (как должен быть организован процесс, его технологические характеристики, оснащенность оборудованием, а также объемы и качество выпускаемой продукции);
- персонал (цели в отношении персонала, характеризующие требования к составу работников, их квалификации, загрузке).

Руководителям в первоочередном порядке необходимо определить цели по каждому обозначенному направлению, а затем показатели, характеризующие достижение целей. Система взаимосвязанных непротиворечивых показателей призвана служить основой для оценки эффективности деятельности производственных подразделений.

Цели производственных подразделений определяются стратегией компании и в зависимости от нее могут быть различными, а формулируются для всех подразделений по каждому из направлений. Каждая цель должна сопровождаться показателями эффективности, характеризующими ее достижение. Выбирая их, необходимо следовать нескольким простым правилам:

- показатели должны максимально точно описывать достижение поставленных целей;
- у показателей должны быть понятные источники исходной информации и четкий алгоритм расчета;
- показатель должен отражать и учитывать сложившуюся практику организации процессов и взаимоотношений между подразделениями (за исключением случаев, когда принято решение кардинальным образом перестроить процессы). Например, если в компании не принято выставлять претензии в адрес другого

структурного подразделения, то показатель «Количество выставленных претензий» не имеет смысла;

- затраты на получение информации не должны превышать эффект от ее использования;

- если какие-либо факты крайне редки, то их мониторинг нецелесообразен.

Как только показатели эффективности будут установлены, необходимо определить:

- по какому алгоритму они рассчитываются;

- из каких источников берется информация для расчета их плановых (целевых) и фактических (достигнутых) значений показателей. Такими источниками могут служить:

- а) система оперативного производственного планирования и учета. В ней можно найти информацию о производственных заданиях, их выполнении, отчеты о затраченном рабочем времени, о состоянии оборудования и времени его работы, о качестве произведенной продукции, о простоях и причинах, их вызвавших. Оптимальный источник необходимых данных — информационная система управления производством. В случае ее отсутствия можно воспользоваться информацией на бумажных носителях (отчеты, записи в журналах и т.д.) или отчетами из локальных автоматизированных систем;

- б) система бухгалтерского и управленческого учета. Из нее берется информация о фактических затратах на произведенную продукцию, стоимости сырья и материалов и внутренних услуг.

Стоит отметить, что выбранные показатели эффективности могут диктовать свои требования к аналитике данных и наполнению информационных систем, вполне возможно, что последние потребуются доработать. Также необходимо учитывать регулярность предоставления информации. Например, если показатели необходимо рассчитывать ежедневно, то, скорее всего, будет востребована информация из оперативных систем, ежемесячно — из учетных систем.

Делая ссылку на источник информации, необходимо указывать наименование и номер строки отчета, точное наименование показателя, аналитику, период исследования;

- кто отвечает за достижение каждого показателя. За каждым показателем должен быть закреплен ответственный — это сотрудник, который может влиять на достижение данного показателя. Например, начальник цеха выпуска готовой продукции может повлиять на объем производства, но никак не на объем реализации продукции;

- кто формирует отчеты о показателях и отвечает за их представление (не должен совпадать с ответственным за достижение заданного значения показателя);

— с какой регулярностью предоставляется информация о фактических значениях показателей (посменно, ежедневно, еженедельно, ежемесячно);

— какое значение считается нормативным для каждого показателя. Его можно установить исходя из целевого значения. Например, если план должен выполняться на 100 процентов, то нормативным значением для показателя «Процент выполнения плана» будет 100 процентов. Также нормативные значения могут определяться техническими условиями, документами системы качества исходя из анализа статистики за предшествующие периоды работы или из информации об аналогичных показателях в отрасли (бенчмаркинг).

Все вышеперечисленное может быть сведено в специальную форму — «Карту показателя» (см. табл. 12.1). Карта формируется по каждому показателю эффективности, в ней раскрывается полная информация о нем: его назначение, алгоритм расчета, единица измерения, источники получения информации, периодичность предоставления, ответственные лица.

Таблица 12.1

Карта показателя «Процент выполнения производственного плана»

Характеристика	Комментарий
Наименование показателя	Процент выполнения производственного плана
Назначение показателя	Показывает процент выпуска продукции по отношению к запланированному
Алгоритм (формула) расчета	Фактически произведенный объем продукции вида А: плановый объем производства продукции вида А
Единица измерения	%
Источник информации для планового значения	Производственная программа выпуска готовой продукции на месяц
Источник информации для фактического значения	Отчет о фактически произведенной готовой продукции за месяц
Периодичность предоставления информации	Один раз в месяц
Ответственное лицо за достижение показателя	Начальник цеха
Ответственное лицо за предоставление информации	Сотрудник планового отдела

Высока вероятность, что в процессе разработки карты набор показателей придется пересматривать. В частности, если появится дополнительная информация, что какие-либо из них не подходят

для оценки деятельности подразделения или нет возможности собрать для их расчета нужную информацию. К примеру, если окажется, что для определенного показателя исходных данных в необходимой аналитике нет или их сложно (дорого) получить, возможны три варианта дальнейших действий:

- отказаться от использования этого показателя;
- заменить его на другой;
- добавить нужные аналитические признаки в управленческий или производственный учет.

Показатели эффективности производственных подразделений важно анализировать в динамике, выявленные изменения позволят судить о состоянии производственных процессов.

В отчет об эффективности деятельности производственного подразделения за период можно включить информацию о фактических и плановых значениях ключевых показателей, а также план-факт отклонениях. Не будет лишним добавить в отчет столбец «Причины отклонений», где описать факторы, повлекшие отклонения показателя от запланированного (нормативного) значения.

Если рассчитанные показатели соответствуют нормативным значениям, то можно считать, что подразделение работает эффективно.

Если по одному из показателей значение хуже нормативного (в динамике), это означает, что есть проблемная зона, которая требует вмешательства и выработки мероприятий по повышению эффективности. Например, из периода в период ухудшается показатель «Текучесть кадров». Необходимо выявить причины такой тенденции и разработать мероприятия для исправления ситуации.

Если все показатели ниже норматива — предприятие работает неэффективно или нормативные значения установлены некорректно.

Показатели эффективности производственных подразделений утверждены, ответственные за них назначены, источники исходной информации известны — остается разработать регламент, в соответствии с которым будут собираться данные. Такой регламент определяет ответственных за предоставление информации, устанавливает сроки подготовки и форму отчетов.

12.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Система управления финансами направлена на решение задач формирования, распределения и использования капитала, денежных доходов и фондов. Уникальность реализуемого каждым предприятием финансового механизма заключается в тех формах и методах, с помощью которых происходит обеспечение денежными средствами, достигаются производственно-финансовая ста-

бильность, ликвидность, обеспечивается рентабельность деятельности, формируются оптимальные финансовые результаты, что так или иначе находит отражение в росте стоимостных и ценностных показателей.

Основными функциями финансового механизма принято считать организацию финансовых отношений и управление денежным потоком. Формируемая предприятием система денежных отношений отражает специфику производственно-хозяйственной деятельности, и это дополняется непосредственно обеспечением рационального движения финансовых ресурсов при соответствующей их организации.

Финансовый механизм развивается на основе двух подсистем: управляющей (финансовая служба предприятия) и управляемой (финансовые отношения, источники средств, финансовые ресурсы и денежный оборот), в его основе лежат принципы информационной достоверности и прозрачности; плановости и контроля; платежеспособности и ликвидности; рациональности и эффективности.

Чтобы оценить эффективность работы финансовой службы, необходимо реализовать следующие шаги.

Во-первых, формулировка основных функций и задач финансового подразделения (например, работа с планами и бюджетами, управление платежами и финансирование, регламентированный учет и налоговое планирование, составление управленческой отчетности, иные смарт-задачи).

Во-вторых, выбор показателей эффективности сотрудников/подразделения для каждой из задач. (Для дальнейшей оценки можно применять методики весовых коэффициентов, присваивая вес показателям в процентах, их сумма должна быть 100 процентов.)

В-третьих, определение формата оценки. (Такие оценки могут быть балльными или нормативными. При нормативной учитывается не только, на сколько выполнили, но и перевыполнили план, на сколько улучшился норматив. Тогда фактический показатель может быть больше 100 процентов.)

В-четвертых, оценка работы сотрудников/подразделений по выбранным показателям. Например, чтобы охарактеризовать деятельность службы в целом, можно рассчитать средний балл работников или отдельно оценить работу финансовой службы как подразделения и каждого сотрудника.

Плановые показатели эффективности работы финансовой службы могут устанавливаться на год в соответствии с целями компании, а также корректироваться в течение рассматриваемого периода под влиянием происходящих изменений или оставаться фиксированными. Многоаспектность работы различных подразделений финансовой службы требует широкой палитры методик и шкал оценивания.

Например, при оценке можно рассматривать не только плановые, но и пороговые — максимально допустимые или недопустимые значения показателей. В том или ином случае, с позиции внутреннего контроля, методики должны быть прописаны в регламентирующих документах: положении о бюджетном планировании, положении об управленческом учете, регламенте управления денежными средствами компании, регламенте инвестиционной деятельности.

Для расчета показателей оценки работы финансовой службы можно выделить в каждом отделе финансовой службы функции и подобрать к ним по два-три критерия. Необходимо определить, как рассчитывать и анализировать итоги, с чем их сравнивать.

Для полноты анализа удобно сопоставлять фактические результаты работы с несколькими значениями:

— допустимое или целевое — устанавливается на месяц, квартал или год и может регулярно пересматриваться: а) целевое — желаемые итоги работы отдела. Используются для показателей, стремящихся к максимуму: количество новых банков, успешных проектов и др.; б) допустимое или критичное, но не экстремальный уровень результатов деятельности, например, количество ошибок в отчете. Используется для минимизируемых показателей;

— пороговое — экстремальное значение показателя. Фиксируется на год или более длительный период, характеризует абсолютное невыполнение или перевыполнение задач, поставленных перед отделом и сотрудниками.

Результат работы отдела определяется путем расчета фактических и допустимых или целевых показателей эффективности, а затем сравнения их между собой.

Для этого каждому показателю присваивается вес — его может установить финансовый директор или экспертная группа, состоящая из руководителей отделов. Сумма весов по отделу должна составлять 100 процентов или единицу. Расчет показателя эффективности работы отдела финансовой службы можно проводить по формуле (12.1):

$$\mathcal{E}_{\text{отд}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \mathcal{E}_i, \quad (12.1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{отд}}$ — показатель эффективности работы, %; α_i — вес i -го показателя, ед.; \mathcal{E}_i — процент достижения i -го показателя, %.

Далее определяются фактический и допустимый или целевой процент достижения каждого показателя эффективности. Для показателей, стремящихся к максимуму, подойдет формула расчета процента достижения максимизируемого показателя эффективности работы отдела финансовой службы (12.2). Например, наибольший объем обработанных отделом платежных заявок — 150

в месяц (100%). Плановое значение, которое нужно получить, — 130 в месяц, а по факту сотрудники обработали всего 96 заявок. Фактический процент достижения показателя эффективности проведения платежей составляет 64 процента ($96 : 150 \times 100\%$). Если бы сотрудники обработали столько заявок, сколько планировалось, то получили бы результат 87 процентов из 100 процентов.

$$\mathcal{E}_i = \frac{x_i}{\Pi_i} \cdot 100\%, \quad (12.2)$$

где \mathcal{E}_i — процент достижения i -го показателя (максимизируемого), %; Π_i — пороговое значение i -го показателя, устанавливаемое экспертно, ед.; x_i — фактическое или допустимое (целевое) значение i -го показателя, ед.

Для показателя, положительным результатом которого будет его стремление к нулю или минимальному значению, можно использовать формулу (12.3). Например, об эффективности управления платежами говорит минимум невыполненных заявок на оплату. Критическое значение — 10 заявок в месяц. Финансовый директор установил для сотрудников казначейства план — не более пяти таких заявок, однако сотрудники в течение месяца не успели обработать и семь. Показатель эффективности отдела будет 30 процентов ($((1-7 : 10) \times 100\%)$), хотя планировалось не менее 50 процентов ($((1-5 : 10) \times 100\%)$).

$$\mathcal{E}_i = \left(1 - \frac{x_i}{\Pi_i}\right) \cdot 100\%, \quad (12.3)$$

где \mathcal{E}_i — процент достижения i -го показателя (минимизируемого), %.

Анализировать итоги можно отдельно по подразделениям или суммарно по всей финансовой службе:

- если фактический показатель эффективности работы выше допустимого (целевого) — результат работы сотрудников положительный;
- если фактический показатель ниже допустимого (целевого), но выше порогового — отрицательные, но не критичные итоги;
- если фактический показатель ниже порогового — негативные результаты работы могут привести к серьезным последствиям для деятельности компании в целом.

Рассмотрим примерный перечень показателей оценки эффективности работы финансового подразделения предприятия. В частности, показатели могут быть сгруппированы по блокам в соответствии со стратегией: блок «Работа с финансовыми планами/бюджетами»; блок «Управление платежами и финансирование»;

блок «Регламентированный учет и налоговое планирование»; блок «Составление управленческой отчетности»; блок «Прочие задачи».

Работу с финансовыми планами/бюджетами целесообразно разделить на две подзадачи: составление плана/бюджета и контроль за его исполнением. Чтобы оценить, насколько качественно составлен бюджет, можно сформировать показатель «Отклонение фактической чистой прибыли от бюджетной». Этот показатель важен для акционеров и топ-менеджеров. От него зависят размер дивидендов первых и годовые бонусы вторых. Норматив для этого показателя может быть установлен произвольно, например в пределах от 90 до 120 процентов.

Эффективность работы по второй подзадаче — контролю исполнения бюджета — характеризует показатель «Процент выполнения бюджета по расходам». Прямые расходы оцениваются в паре с процентом выполнения плана или перевыполнения по доходам. Если план по доходам превышен на 30 процентов, а прямые расходы больше на 20 процентов, то это эффективная работа компании, а не излишние траты. Накладные расходы не должны превышать бюджетные показатели.

Управление платежами и финансирование подразумевает две задачи: не допустить кассовых разрывов и при необходимости привлечь заемный капитал. Дефицит ликвидности на счетах компании можно оценить с помощью показателя «Количество дней задержки по оплатам важных или обязательных платежей». Задержка запланированной оплаты даже на один день свидетельствует о предстоящем или уже наступившем кассовом разрыве.

Если в компании затяжной дефицит ликвидности, то работу по данному блоку можно оценивать по показателю «Динамика просроченной кредиторской задолженности». Он может быть измерен как в рублях, так и в днях. Если финансируется деятельность за счет кредитов и займов, то необходимо оценить прирост или уменьшение тела кредита.

Качество работы по привлечению заемного капитала традиционно оценивается по эффективной ставке процентов, а сроки и своевременность получения кредитов — по динамике кредиторской задолженности.

Качество налогового планирования и регламентированного учета можно оценить по тому, как изменилась налоговая нагрузка. Не рекомендуется использовать абсолютное значение выплат в бюджет. Их рост может свидетельствовать не о том, что плохо работает финансовый департамент, а о том, что развивается бизнес. Налоговая нагрузка — это относительный показатель, он лишен таких недостатков.

Необходимо оценить количество и сумму пеней. Если они увеличились, то налоговый департамент работает плохо. Дополнительно

необходимо проанализировать участок налогообложения, по которому увеличились штрафы, обратив внимание и на участки, где пени выставляли за год несколько раз по одному и тому же налогу.

Финансовая служба должна составлять управленческую отчетность вовремя и без ошибок. Чтобы оценить, своевременно ли подготовили отчеты, можно использовать показатель «Отсутствие просрочек по представлению отчетов». Если составление отчетов вовремя невозможно в силу разных обстоятельств, то можно использовать показатель «Сокращение длины просрочек».

Качество управленческой отчетности может характеризовать через показатель «Отсутствие в сданной отчетности корректировок». Если сотрудники допускают ошибки, то можно ввести показатель «Процент корректировки», он не должен превышать установленный процент от величины прибыли. К примеру, не считается существенной ошибкой, если изменятся статьи расходов и тем самым уменьшится чистая прибыль за период менее чем на 3 процента.

В блоке «Прочие задачи» группируются нетипичные задачи для финансовой службы. Примеры нетипичных смарт-задач: переход компании на зарплатный проект в другой банк, автоматизация учета, подготовка к тендеру и т.д.

Динамические показатели для оценки подобных задач не работают, поскольку не существует аналогичных задач в прошлых периодах. Оценить их выполнение можно при помощи показателя «Соблюдение сроков реализации». Существенным может оказаться и показатель «Достижение желаемого результата». Если вы выполнили все в срок, а результат не соответствует ожиданиям, качество исполнения и проработки вопроса оказалось не на должном уровне.

12.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЯМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИИ

Последовательность действий при оценке эффективности управления инвестициями определяется под влиянием широкого круга факторов. Реализация инвестиций осуществляется с ориентиром на многопараметрические формы результативности и эффективности, от традиционной финансово-экономической эффективности до достижения целей устойчивого развития, особенностей импакт-инвестиций и проч. Поэтому методически работа над оценкой эффективности в сфере инвестиций может быть сосредоточена вокруг следующих шагов:

- определить задачи, выполнение которых реализуется в рамках управления инвестициями;
- выбрать показатели эффективности для определенных задач;
- установить целевые значения показателей.

Формируя логику моделей управления, необходимо определиться с показателями оценки эффективности/результативности управления инвестициями и для начала выделить основные задачи этого управления. Во-первых, это планирование и оценка инвестиционных проектов. Во-вторых, контроль их исполнения и т.д.

Для каждой задачи необходимо выбрать несколько показателей. Они должны быть взаимосвязаны и отражать ключевые функции, выполняемые в рамках задачи управления инвестициями. Кроме того, эти показатели должны играть существенную роль в принятии управленческих решений — показывать, насколько эффективно/результативно вложены инвестиции, а на основании их фактических значений можно было судить, достигнуты ли результаты, следует ли отказаться от реализации проекта и т.д. Наконец, показатели эффективности управления инвестициями должны быть достаточно простыми в расчете и сборе первичной отчетной информации.

Чтобы оценить качество планирования и анализа инвестиций, целесообразно рассматривать каждый проект в отдельности (в некоторых ситуациях достижение обособленности проекта не представляется возможным, тогда можно использовать технологии учета комплекса факторов и т.п.). Для этого следует определить критерии оценки, это могут быть традиционные коэффициенты или количественно оцениваемые интегральные характеристики. Например, рентабельность инвестиций, сумма инвестиционных затрат, количество реализованных проектов, точность прогноза денежных потоков, соответствие сроков возмещения инвестиционных затрат ожидаемым, сумма заемных средств, величина потерь из-за неправильных решений.

Пример критериев оценки качества инвестиционного планирования и соответствующих им показателей эффективности приведен в табл. 12.2.

Таблица 12.2

Критерии оценки качества планирования инвестиций

№	Критерий оценки	Описание критерия оценки	Показатель эффективности	Порядок измерения
1	Рентабельность инвестиций (ROI), %	Показывает соответствие фактического уровня рентабельности инвестиций (должен быть выше уровня инфляции) утвержденным планам	Фактическое значение показателя должно быть на уровне не менее 85 процентов от предусмотренного в плане	Отчет (план-факт) о финансовых результатах в ходе реализации инвестиционного проекта. Можно также брать промежуточные оценки

Продолжение табл. 12.2

№	Критерий оценки	Описание критерия оценки	Показатель эффективности	Порядок измерения
2	Инвестиционные затраты, %	Отражает экономию или перерасход денежных средств на реализацию инвестиционного проекта	Отклонения фактических затрат от плановых не более чем на 15 процентов	Данные управленческого и бухгалтерского учета, отчет об исполнении инвестиционного бюджета
3	Процент реализованных проектов, %	Указывает на относительное отклонение фактического числа реализованных проектов от запланированного	Факт на уровне не менее 80 процентов от плана	Отчет (план-факт) по реализации инвестиционного проекта
4	Период окупаемости инвестиций (РР), мес.	Позволяет оценить, насколько точно рассчитан период окупаемости, проконтролировать, соблюдаются ли нормы окупаемости	Допускается, чтобы период окупаемости, пересчитанный на конкретную дату, был больше прогнозного не более чем на 3 процента	Этот показатель пересчитывайте на конкретную дату и сверяйте с прогнозным значением. Данные можно получить из отчета по финансовой состоятельности и технико-экономическому обоснованию инвестиционного проекта, из отчета об исполнении бизнес-плана
5	Чистый дисконтированный доход (NPV), ден. ед.	Соответствие фактического значения денежного потока на конкретную дату прогнозным данным	Допускается, чтобы чистый денежный поток, пересчитанный на конкретную дату, был меньше прогнозного не более чем на 10 процентов	Отчет по финансовой состоятельности и технико-экономическому обоснованию инвестиционного проекта, бизнес-план

№	Критерий оценки	Описание критерия оценки	Показатель эффективности	Порядок измерения
6	Стоимость привлеченных средств, %	Если для реализации инвестиционного проекта привлекались заемные средства (займы кредитных учреждений), то проверяется, не изменились ли фактические проценты по кредиту	Допустимое отклонение внутренней нормы прибыли (<i>IRR</i>), пересчитанное на конкретную дату, отличается не более чем на 5 процентов от прогнозного банковского процента	Данные управленческого и бухгалтерского учета, отчет об исполнении инвестиционного бюджета
7	Стоимость проектных ошибок, %	Позволяет оценить качество проектных решений и уровень затрат на их корректировку	Допустимое значение должно быть не более 5 процентов от общей стоимости инвестиционного проекта	Отчет о сумме, затраченной на устранение последствий ошибок в проекте

Для расчета и анализа рентабельности портфеля проектов можно использовать следующие положения. Инвестиционный проект рентабельный, если вложенные в него средства приносят прибыль. Оценку рентабельности проектов можно проводить, используя широко распространенные два показателя: возврат на вложенный капитал (*Return on Investment, ROI*) и индекс рентабельности инвестиций (*Profitability Index, PI*).

Рентабельность инвестиций показывает, какую отдачу получит компания на каждый рубль, вложенный в проект, и рассчитывается как отношение чистой прибыли проекта к сумме инвестиций, умноженное на 100 процентов. Инвестиции включают собственные средства компании и кредитные средства, вложенные в проект (как правило, краткосрочные кредиты стараются не учитывать). Показатель не учитывает изменение стоимости денег во времени.

Нормативное значение показателя зависит от отрасли. В среднем ориентир такой: проект может быть выгоден, если рентабельность инвестиций составляет хотя бы 20 процентов.

Индекс рентабельности инвестиций (*Profitability Index, PI*) показывает уровень дохода на каждый рубль, вложенный в проект,

с учетом временной стоимости денег. Чтобы посчитать индекс рентабельности инвестиций, необходимо разделить чистый дисконтированный доход на сумму инвестиций. Если он окажется выше единицы, проект рентабельный, ниже — невыгодный. При значении индекса, равном единице, проект нейтральный — необходимо проанализировать дополнительные показатели эффективности, чтобы оценить, выгоден он или нет (например, внутренняя норма доходности).

По сравнению с показателем рентабельности инвестиций у индекса есть следующие преимущества: благодаря использованию ставки дисконтирования он позволяет учитывать риски и оценивать будущую стоимость поступлений. Сложность применения динамического показателя в том, чтобы правильно определить ставку дисконтирования.

Еще одним существенным моментом при реализации системы управления эффективностью является качество контроля при управлении инвестициями. В процессе мониторинга инвестиционных проектов формируется система первичных наблюдаемых показателей, связанных с реализацией каждой программы.

Для оценки качества контроля инвестиций, необходимо определить, какова периодичность сбора и анализа информации. Также необходимо установить, как выявляются причины отклонений реализуемых проектов от намеченных сроков, объемов инвестиций, эффективности вложений и т.д. Примерный перечень критериев оценки качества контроля инвестиций представлен в табл. 12.3.

Таблица 12.3

Критерии оценки качества контроля инвестиций

№	Критерий оценки	Описание критерия оценки	Показатель эффективности	Порядок измерения
1	Процент выполнения запланированных мероприятий, дн.	Показывает отклонение от графиков выполнения мероприятий в днях на конкретную дату. При этом позволяет контролировать сроки выполнения мероприятий	Отклонение фактических сроков от плановых составляет не более трех дней	Отчет по выполнению плана мероприятий по реализации проекта. Например, о сумме совершенных расходов и выполненных мероприятиях можно узнать из отчета о финансировании инвестиционных проектов

№	Критерий оценки	Описание критерия оценки	Показатель эффективности	Порядок измерения
2	Количество корректировок инвестиционного бюджета за период, ед./мес.	Показывает, сколько раз пришлось внести корректировки в инвестиционный бюджет в процессе реализации проекта	Количество корректировок составляет не более 5 процентов от общего срока реализации проекта	Отчет об исполнении инвестиционного бюджета, отчет о мониторинге инвестиционного проекта
3	Процент выполнения регламента управления инвестициями, %	Отражает, насколько точно выполняется регламент управления (нарушались ли сроки планирования или согласования, своевременно ли подавалась отчетность и др.)	Выполнение регламента управления инвестициями составляет не менее 90 процентов	Отчет по выполнению регламента управления проектом, сверка фактического документооборота с регламентом. К примеру, если по регламенту на конкретную дату должно быть представлено пять отчетов, а по факту их четыре, отчетность подается несвоевременно, нарушен регламент
4	Загрузка структурных подразделений (центров финансовой ответственности, ЦФО), %	Отображает общую вовлеченность структурных подразделений (ЦФО) в процесс реализации инвестиционного проекта. Позволяет выявить соответствие фактического объема выполненных каждым подразделением работ плану	Фактический объем выполненных работ структурными подразделениями (ЦФО) должен составлять не менее 85 процентов от предусмотренного планом	Отчет по выполнению мероприятий плана реализации проекта

Оценить качество управления инвестициями можно с помощью одного комплексного показателя ($\mathcal{E}_{\text{упр}}$), объединяющего коэффициенты эффективности сразу по нескольким критериям, смотрите формулу (12.4):

$$\mathcal{E}_{\text{упр}} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot K_{\text{эф}_i}, \quad (12.4)$$

где $K_{\text{эф}_i}$ — коэффициент достижения i -го показателя эффективности, %; a_i — вес i -го показателя эффективности управления инвестициями, определяемый экспертным путем, %; i — порядковый номер показателя эффективности, ед.

Чтобы определить коэффициент достижения конкретного показателя эффективности, необходимо провести сопоставление плановых и фактических значений по формуле (12.5). Фактические значения могут быть получены из отчетности, а плановые — из бизнес-плана, бюджета инвестиционного проекта и т.д.

Важно выбрать показатели так, чтобы они не противоречили друг другу и были соизмеримы. К примеру, если оцениваются инвестиционные затраты в абсолютной величине, то недостижение планового показателя может свидетельствовать как об экономии, так и о низком качестве планирования или невыполнении всех намеченных мероприятий, т.е. иметь и положительное, и отрицательное значение.

$$K_{\text{эф}_i} = \frac{x_{i_{\text{факт}}}}{x_{i_{\text{доп}}}}, \quad (12.5)$$

где $K_{\text{эф}_i}$ — коэффициент достижения i -го показателя эффективности управления инвестициями, %; $x_{i_{\text{факт}}}$ — фактическое значение i -го показателя эффективности управления инвестициями, ед.; $x_{i_{\text{доп}}}$ — допустимое значение i -го показателя эффективности управления инвестициями (устанавливается расчетно-экспертным путем), ед.; i — порядковый номер показателя эффективности, ед.

Можно также использовать гибкую шкалу оценки достижения целевых показателей — допустимых отклонений, смотрите пример в табл. 12.4. Вес каждого показателя эффективности управления инвестициями устанавливается в соответствии с его значимостью для принятия последующих решений, степенью влияния на конечный результат и прибыль проекта и т.д.

Для этого формируется экспертная группа, в которую могут быть включены коммерческий директор, финансовый директор, специалист инвестиционной службы. При оценке можно использовать пятибалльную шкалу, где:

- 1 балл — показатель совсем не важен;
- 2 балла — показатель почти не важен;

- 3 балла – показатель представляет определенную важность;
- 4 балла – показатель важен;
- 5 баллов – показатель очень важен.

Каждый эксперт дает свою оценку показателю, после чего по нему рассчитывается среднеарифметическое значение. Далее по формуле (12.6) вычисляется вес этого показателя:

$$a_i = \frac{Z_{i_{cp}}}{\sum_{i=1}^n Z_{i_{cp}}}, \quad (12.6)$$

где a_i – весовой коэффициент i -го показателя эффективности, балл;
 $Z_{i_{cp}}$ – средняя (среднеарифметическая) экспертная оценка i -го показателя эффективности, балл.

Таблица 12.4

Пример шкалы оценки достижения показателей эффективности

№ п/п	Показатель	Шкала оценки			
1	Рентабельность инвестиций (ROI), %	Факт относительно плана, %	Менее 85	От 85 до 100	Более 100
		Балл	1	4	5
2	Инвестиционные затраты, %	Интервал значений план-факт отклонений, %	От –15 до 0	От 0 до 15	Более 15
		Балл	5	4	1
3	Процент реализованных проектов, %	Факт относительно плана, %	Менее 80	От 80 до 100	–
		Балл	3	5	–
...

Комплексный показатель эффективности стремится к 100 процентам, что будет означать достижение всех целевых показателей:

- от 85 до 100 – высокий уровень эффективности управления инвестициями;

- от 70 до 85 – средний допустимый уровень;

- от 60 до 70 – ниже среднего (некритичный, но требуется пересмотреть инвестиционную политику для его повышения);

- от 50 до 60 – средний критический уровень;

- менее 50 – низкий уровень.

Чтобы оценить эффективность управления инвестициями компании, можно ввести следующие дополнительные показатели:

- добавленная акционерная стоимость (*Shareholder Value Added – SVA*);

— добавленная рыночная стоимость (*Market Value Added* — *MVA*).

Добавленная акционерная стоимость рассчитывается как разность между расчетной стоимостью акционерного капитала, определенную, например, методом дисконтированных денежных потоков, и балансовой стоимостью акционерного капитала. Ее можно будет использовать не только для оценки эффективности инвестиций, но и в мотивации топ-менеджмента компании.

Добавленная рыночная стоимость показывает, какую ценность публичная компания создала для акционеров, и рассчитывается как разность между рыночной стоимостью акций и стоимостью собственного (инвестированного) капитала. Чем выше этот показатель, тем эффективнее работа компании.

Результаты постаудита инвестиционных проектов, проводимые на регулярной основе, позволяют сформировать базу знаний, использование которой способно значительно снизить риски реализации однотипных инвестиционных проектов в будущем.

12.6. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИКРИЗИСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИИ

Снижение последствий экономических кризисов является одной из ключевых задач, стоящих перед финансовой службой производственной компании. Если в компании появились первые признаки ухудшения финансового состояния, стоит оперативно исправить ситуацию, не дожидаясь момента, когда банкротство станет прямой угрозой.

Разработка антикризисного плана может проводиться по аналогии с тем, как формируют план в рамках финансового оздоровления и внешнего управления. Существенным является вопрос и об объеме затрат, необходимых для восстановления платежеспособности убыточного производственного предприятия.

Чтобы разработать план антикризисных мероприятий, вначале нужно изучить имущественное положение компании, в том числе провести сплошную инвентаризацию всех ее активов и обязательств, проанализировать финансово-хозяйственную деятельность. Чтобы выяснить, имеет ли смысл тратиться на антикризисные мероприятия в производственной компании, сначала убедитесь, что она потеряла платежеспособность в течение года двух месяцев, максимум — года.

Перечень дальнейших действий может быть сформулирован следующим образом:

— определить список необходимых антикризисных мер для восстановления бизнеса;

- спрогнозировать период их реализации и сопутствующие расходы;
- составить программу антикризисных мер исходя из трех критериев: период неплатежеспособности, стоимость и сроки исполнения.

После оценки имущественного положения и финансово-хозяйственной деятельности компании формируется порядок антикризисных мероприятий. Он зависит от сложности ситуации, структуры активов компании и обязательств, вида деятельности.

Если предприятие не может за счет собственных средств своевременно расплачиваться по имеющимся обязательствам на протяжении нескольких отчетных периодов, необходимо оперативно начать восстанавливать платежеспособность, формировать план реорганизации или самоликвидации и прочих действий, прежде чем кто-то из кредиторов заявит в суд о признании компании несостоятельной.

Стоит еще до начала разбирательства дела о несостоятельности (банкротстве) наметить антикризисный план и предположить, какие из процедур будут введены судом и во сколько они обойдутся компании.

В производственной компании антикризисный план понадобится, если ее платежеспособность находится на низком уровне в среднем от двух месяцев до года. Период зависит от продолжительности производственного цикла, масштаб производства и размера имущественного комплекса. В зависимости от этих параметров допустимый период неплатежеспособности можно скорректировать в большую или меньшую сторону.

Чем больше времени между передачей сырья в производство и поступлением на склад готовой продукции, тем больший срок допускается рассматривать при оценке целесообразности антикризисных мер. Но при условии, что компания владеет большим имущественным комплексом.

Если в компании с обширными производственными мощностями платежеспособность так и не улучшилась в течение двух производственных циклов, нужно задуматься об антикризисных мерах. После первого из этих двух циклов в нормальной ситуации компания смогла бы реализовать готовую продукцию и погасить все «горящие» обязательства. Если распродать продукцию не удалось, то в последующих таких же неудачных периодах задолженность будет только увеличиваться. И чтобы этого не допустить, необходимо принимать антикризисные меры сразу после завершения второго цикла производства, когда у компании еще есть шансы собственными силами восстановить текущую платежеспособность. Например, сократить объем производства, изыскать средства на пога-

шение текущих обязательств. В частности, если производственный процесс длится три месяца, тогда реализация антикризисных мероприятий может быть оправдана при неплатежеспособности продолжительностью около шести месяцев.

Планируя антикризисные мероприятия, стоит учесть и допустимый период неплатежеспособности, установленный законодательно, — три месяца подряд в соответствии с законодательством о банкротстве.

Компанию могут признать несостоятельной, если в течение трех месяцев она не могла рассчитаться по своим обязательствам. Если предприятие обладает обширным производством и существенным имущественным комплексом, на практике на него редко кто подает в суд после трех месяцев задержки оплаты по обязательствам. Исключение — мелкие кредиторы с суммой от 100 000 до 500 000 руб. Даже если это и произойдет, пока суд будет рассматривать заявление первый месяц, компания-должник без особых усилий сможет погасить часть долгов. А к повторному судебному заседанию еще через один-два месяца — и оставшуюся задолженность. Что касается средних и небольших производственных компаний, для них такой тип взыскания задолженности может обернуться банкротством, поэтому разработка антикризисных мероприятий становится актуальной уже после второго месяца неплатежеспособности.

О полноценной антикризисной программе стоит задуматься, если производственное предприятие теряет платежеспособность по следующим причинам:

- неэффективная работа с дебиторской задолженностью;
- сотрудничество с ограниченным кругом поставщиков, завышение закупочных цен;
- раздутый штат сотрудников административно-хозяйственного подразделения;
- отсутствие жесткого контроля расходов и нормирования товарно-материальных ценностей;
- неэффективное использование оборудования;
- частое привлечение внешнего финансирования по завышенным процентам.

Подготовку антикризисного плана для всех предприятий стоит начинать с анализа внешних и внутренних условий хозяйственной деятельности.

В зависимости от существующих проблем состав программы будет разным. Среди самых распространенных антикризисных мер для производственной компании:

- оперативная реструктуризация кредиторской задолженности;

- оптимизация структуры внеоборотных активов: реализация непрофильных объектов;
- нормирование запасов и ужесточение их контроля, регламентирование закупочных процедур, пересмотр всех поставщиков;
- подготовка или пересмотр регламента управления дебиторской задолженностью;
- сокращение общепроизводственных и административных расходов, а также усиление их контроля.

Реструктуризация кредиторской задолженности. Это один из основных пунктов антикризисной программы производственных компаний. В рамках этого мероприятия можно, например, договориться об увеличении отсрочки платежа за поставленное сырье как минимум до окончания производственного цикла или периода кредитования. Необходимо разработать график погашения задолженности: пересмотреть сроки выплат по займам и кредитам. Большую часть поступлений от реализации активов стоит направлять на погашение кредиторской задолженности. Нужно запланировать поиск контрагентов с оптимальными условиями поставки и оплаты, а также формирование оперативных бюджетов, разработку контрольных процедур их исполнения, регламентирование очередности платежей и т.д.

Оптимизация структуры внеоборотных активов. У производственных компаний, как правило, много имущества. Нередко часть оборудования, техники или зданий простаивает. Если основные средства не задействованы на 100 процентов и при этом их содержание обходится неоправданно дорого, важно оперативно избавиться от них. Например, продать непрофильные активы, сдать в металлолом старое оборудование и транспортные средства, передать в аренду или доверительное управление те из неиспользуемых зданий, станков, которые сложно продать.

Нормирование запасов и ужесточение их контроля. При восстановлении платежеспособности производственной компании особое внимание нужно уделить запасам и сырью, используемому для изготовления готовой продукции. Необходимо предпринять следующее:

- пересчитать текущую норму запасов, необходимую для бесперебойного производства;
- оперативно реализовать излишки;
- регулярно анализировать уровень рыночных цен на эти активы;
- регламентировать их закупку.

При этом пересчет нормативов запасов нужно запланировать с учетом возможных рисков. Важно поддерживать эти активы на уровне не ниже рассчитанного норматива, поскольку излишек

провоцирует дополнительные расходы на содержание, а недостаток может привести к нарушению процесса производства или его остановке.

Ужесточение регламента управления дебиторской задолженности. В рамках антикризисного плана производственной компании предстоит пересмотреть правила управления дебиторской задолженностью, усилить меры защиты от просроченных долгов, организовывать ее продажу, подавать на должников в суд или взыскивать долги иными способами. Кроме того, важно ужесточить контроль соблюдения условий работы с заказчиками готовой продукции, отказаться от предоставления отсрочек платежей большей части из них, ввести предоплату.

Также стоит указать, что необходимо обязательно оценивать платежеспособность контрагентов, разработать систему скидок, предоставляемых за своевременную оплату или существенную предоплату, порядок выдачи коммерческого кредита, предоставления отсрочки платежа по различным видам товаров (услуг) и для отдельных покупателей.

Кроме того, в качестве антикризисной меры стоит указать выявление и дальнейший контроль отсроченных и просроченных обязательств контрагентов перед компанией, сокращение процедуры взыскания долгов через суд, реализацию или списание безнадежных долгов, а также необходимо отметить в плане определение оптимального для компании соотношения дебиторской и кредиторской задолженности и запланировать регулярный контроль за его соблюдением.

Сокращение расходов. Это одна из значимых мер антикризисной программы для любой производственной компании. Прежде всего нужно начать со снижения административно-хозяйственных расходов, а также проанализировать стоимость закупки сырья и материалов, перезаключить договоры поставки только с контрагентами, работающими на самых выгодных условиях, пересмотреть состав работающего персонала.

Снижая объем производства, придется сократить и часть производственного персонала, перейти с круглосуточного производства на дневное, уменьшить количество рабочих дней в неделе. Кроме прочего, все это позволит существенно сэкономить на оплате электроэнергии и коммунальных услуг. Также можно большую часть сотрудников перевести на почасовую оплату, передать обслуживание технического оборудования на аутсорсинг или, наоборот, отказаться от сторонних услуг, например, заключить с одним из инженеров компании договор о работе по совместительству.

Также следует изменить систему оплаты, внедрив ключевые показатели эффективности или изменив существующие, увязав

с общим результатом компании. Стоит нормировать и контролировать расход сырья.

В рамках антикризисного плана нужно сократить до минимума представительские и командировочные расходы, закрыть дополнительные расчетные счета.

Активизация основной деятельности. В рамках этого направления мероприятий предстоит сменить вид деятельности или дополнить его другими. Необходимо повысить качество услуг и товаров, введя ответственность за брак, нарушение техники безопасности и др., изменить график работы. Необходимо оптимизировать правила поставки, ввести скидки за предоплату.

Реструктуризация кредиторской задолженности. Необходимо разработать график погашения задолженности: пересмотреть сроки выплат по займам и кредитам. Большую часть поступлений от реализации активов стоит направлять на погашение кредиторской задолженности.

Нужно запланировать поиск контрагентов с оптимальными условиями поставки и оплаты, а также формирование оперативных бюджетов, разработку контрольных процедур их исполнения, регламентирование очередности платежей и т.д.

Разрабатывая антикризисные меры, важно убедиться в целесообразности их проведения в текущей ситуации.

Период реализации антикризисной программы определяется по срокам выполнения каждого из ее мероприятий с учетом длительности производственного цикла компании.

Если производственный цикл — три месяца, то период восстановления платежеспособности не должен превышать 12 или 18 месяцев, т.е. четыре-шесть этих циклов. Более длительный срок может снизить эффективность запланированных мер, а кроме того, повысить риск признания компании несостоятельной.

После определения списка антикризисных мероприятий и периода их реализации предстоит спрогнозировать затраты на каждое из них и рассчитать общую стоимость антикризисной программы. Затем уточнить способ их реализации: силами компании или с помощью привлеченных специалистов. В последнем случае понадобится учесть также и стоимость услуг этих специалистов.

Нужно учесть время на подготовку отчета об оценке — в зависимости от количества объектов и стадии их оформления на это нужно выделить от двух недель до шести месяцев. Если запланированы мероприятия по взысканию дебиторской задолженности, то на них стоит запланировать от двух недель до полугода и т.п.

В антикризисном плане необходимо указать конкретные сроки по выполнению каждого из мероприятий, чтобы в дальнейшем

проконтролировать их выполнение и добиться нужного эффекта от их реализации.

Кроме универсального пакета антикризисных мероприятий, для производственных компаний важно запланировать затраты на консервацию или полную остановку работы отдельных производственных подразделений.

Составляя план антикризисных мероприятий, важно учесть не только сроки исполнения каждого из них, но и назначить ответственных за их реализацию. При этом можно включить в должностную инструкцию соответствующего сотрудника обязанности по выполнению намеченных в плане действий, а кроме того, разработать для него ключевые показатели эффективности.

Затраты на консервацию производства затраты могут привести к многократному росту стоимости пакета антикризисных мер, так как могут включать услуги специализированных компаний. В результате собственникам может быть выгоднее отказаться от антикризисной программы и решиться на реорганизацию предприятия в форме присоединения к более успешной компании группы.

Определив прогнозную сумму расходов на антикризисные мероприятия и срок их реализации, сопоставьте их с бюджетом текущих расходов. Например, если затраты на антикризисные меры сроком на один год не превысят 10–15 процентов годового бюджета, то такие меры оправданы на 100 процентов. Или, наоборот, антикризисная программа рассчитана на шесть месяцев, а ее стоимость равна 1/3 годового бюджета. В таком случае ее можно принять, но только с согласия собственников и при их финансовой поддержке.

Оценить целесообразность проведения антикризисных мероприятий предстоит по следующим критериям: продолжительность периода неплатежеспособности компании, срок и стоимость планируемых мер. Для наглядности их лучше свести в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Оценка целесообразности реализации антикризисных мер на производственном предприятии

Критерий	Оценка (высокая, средняя, низкая)	Оправданы ли антикризисные меры	Целесообразность реализации антикризисной программы*
Продолжительность периода неплатежеспособности	Низкая (9 месяцев)	Нет	Да

Окончание табл. 12.5

Критерий	Оценка (высокая, средняя, низкая)	Оправданы ли антикризисные меры	Целесообразность реализации антикризисной программы*
Срок проведения антикризисных мероприятий	Средняя (8 месяцев, за это время есть шанс отсрочить уплату задолженности и избежать заявлений в суд о признании компании несостоятельной)	Да	
Стоимость реализации антикризисной программы	Высокая (бюджет мероприятий равен сумме расходов компании в месяц, поскольку проведение мероприятий возможно собственными силами без дополнительного финансирования)	Да	

* Соответствует большому количеству ответов из графы 3.

Если неплатежеспособность производственной компании связана с тем, что резко снизились продажи выпускаемой продукции, то самой действенной мерой может быть смена основной деятельности, ликвидация бизнеса или реорганизация. При таких условиях реализация стандартного пакета антикризисных мероприятий не будет оправдана.

Заключение

В работе рассмотрен комплекс моделей производственно-экономической оптимизации, финансового планирования и оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью предприятия, направленных на рост совокупного эффекта от управления ресурсами в производственных системах. Эффективность функционирования подобных систем во многом зависит от того, насколько рационально использованы ресурсы такого вида, как производственный аппарат, трудовые ресурсы, заемные и собственные средства. Важность научно-практической задачи управления проявляется в аспектах автоматизации элементов управления на основе разработки математических моделей, оптимизирующих деятельность в зависимости от выбранных критериев и позволяющих получить аргументированные решения по использованию производственно-финансовых ресурсов. В работе рассмотрены оптимизационные модели управления кредитными ресурсами, модели формирования портфеля оптовых закупок, портфеля инвестиционных проектов и др. Представлены уравнения, описывающие модели оценки производственной мощности при реализации проекта создания предприятия. Рассматриваются методы распределения ресурсов на основе критерия максимизации суммарного объема обработанных заявок и по критерию максимизации маржинального дохода за директивный период. Определен круг вопросов применения данных моделей при интервальном задании параметров, в условиях неопределенности исходных данных и с учетом привлечения заемного финансирования. Анализ устойчивости решений осуществляется с помощью экономико-математического моделирования.

Рассмотренные подходы к анализу и моделированию производственных систем позволяют наиболее рационально распределить производственные ресурсы, исходя из предлагаемых критериев, выявить области устойчивости полученных решений, получить обоснованные рекомендации о возможности привлечения кредита в объеме, необходимом для привлечения дополнительных ресурсов. Представлено решение задачи при условии интервального задания параметра маржинального дохода. Модели управления капиталом в условиях риска позволяют получить эффективные решения в условиях неполноты и неточности задания исходных данных модели.

Также в работе представлено методическое обеспечение процесса моделирования и управления финансами, особое внимание уделено методическим подходам управления эффективностью при принятии решений об управлении операционной деятельностью и инвестиционных решений.

Список использованной литературы

1. *Вайнмахер А.М.* Системный анализ, стратегическое планирование, математическое моделирование [Текст] / А.М. Вайнмахер, Е.В. Гончарова, С.Р. Мустафаева, И.В. Свиницкая, Д.С. Шмерлинг // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2017. — № 8. — Т. 7. — С. 98–104.
2. *Великая Е.Г.* Индикаторы оценки эффективности организации [Текст] / Е.Г. Великая, В.В. Чурко // Балтийский гуманитарный журнал. — 2014. — № 2. — С. 57–61.
3. *Виноградова Е.В.* Многокритериальные модели оптимизации факторинговых контрактов, заключаемых с торговыми сетями [Текст] / Е.В. Виноградова, А.В. Мищенко // Логистика и управление цепями поставок. — 2009. — № 3 (32). — С. 64–73.
4. *Доля В.К.* К управлению рисками в системах логистики [Текст] / В.К. Доля, Е.И. Лежнева // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. — 2008. — № 25. — С. 149–151.
5. *Задорожная А.Н.* Теоретические и практические аспекты формирования оптимальной структуры капитала компании [Текст] / А.Н. Задорожная. — Омск: ЮНЗ, 2015. — 175 с.
6. *Мищенко А.В.* Динамические модели управления научно-производственными системами [Текст] / А.В. Мищенко, А.В. Пилюгина // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. — 2019. — № 2. — С. 56–75.
7. *Мищенко А.В.* Методы управления инвестициями в логистических системах [Текст] / А.В. Мищенко. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 363 с.
8. *Мищенко А.В.* Модели оценки эффективности производственно-финансовой деятельности предприятия [Текст] / А.В. Мищенко, П.С. Кошелев, Л.Г. Нестерович // Аудит и финансовый анализ. — 2017. — № 3–4. — С. 158–168.
9. *Мищенко А.В.* Модели управления оборотным капиталом торговой фирмы [Текст] / А.В. Мищенко, А.В. Таныгин // Логистика сегодня. — 2011. — № 4. — С. 206–214.
10. *Мищенко А.В.* Оптимизационные модели управления финансовыми ресурсами предприятия [Текст] / А.В. Мищенко, Е.Н. Виноградова. — М.: ИНФРА-М, РИОР, 2015. — 337 с.
11. *Панфилова О.В.* Система управления финансовыми рисками при реализации инвестиционных проектов [Текст] / О.В. Панфилова // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. — 2012. — № 4. — С. 103–106.
12. *Пилюгина А.В.* Модели оценки производственной мощности предприятия [Текст] / А.В. Пилюгина, А.В. Мищенко // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. — 2017. — № 3. — С. 102–121.
13. *Babazadeh R.* A robust stochastic programming approach for agile and responsive logistics under operational and disruption risks [Text] /

- R. Babazadeh, J. Razmi // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2012. — Vol. 13. — № 4. — Pp. 458–482.
14. *Barateiro C.E.R.B.* Growth, profits and dividends a case study with global and centenary companies acting in the equipment large markets [Text] / C.E.R.B. Barateiro, J.R.F. Filho, R. Bordeaux, L.A.P. Campagnac // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2014. — Vol. 17. — № 2. — Pp. 143–159.
 15. *Chiadamrong N.* Developing an economic cost model for quantifying supply chain costs [Text] / N. Chiadamrong, P. Wajcharapornjinda // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2012. — Vol. 13. — № 4. — Pp. 540–571.
 16. *Diopenes R.G.* Supply chain management cost analysis a case study of bio-ethanol production from cassava in Thailand [Text] / R.G. Diopenes, U. Laptaned // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2011. — Vol. 9. — № 3. — Pp. 296–314.
 17. *dos Santos F.F.G.* Seasonal energy trading portfolio based on multiobjective optimization [Text] / F.F.G. dos Santos, D.A.G. Vieira, R.R. Saldanha, A.C. Lisboa and M.V.C. Lobato // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2014. — Vol. 17. — № 2. — Pp. 180–199.
 18. *Foulds L.R.* Application of project management in e-procurement [Text] / L.R. Foulds, M. West, Y. Jin // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2008. — Vol. 4. — № 2. — Pp. 135–154.
 19. *Mishchenko A.V.* Management models of current assets in a trading company [Text] / A.V. Mishchenko // Int. J. Logistics Systems and Management. — 2017. — Vol. 27. — № 3. — Pp. 283–297.
 20. *Moynihan G.P.* Development of a decision support system for procurement operations [Text] / G.P. Moynihan, P. Saxena, D.J. Fonseca // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2006. — Vol. 2. — № 1. — Pp. 1–18.
 21. *Nagaraju D.* Optimal lot sizing and inventory decisions in a centralized and decentralized two echelon inventory system with price dependent demand [Text] / D. Nagaraju, A.R. Rao, S. Narayanan // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2015. — Vol. 20. — № 1. — Pp. 1–23.
 22. *Sandhu M.* Project logistics with the dependency structure matrix approach — an analysis of a power plant delivery [Text] / M. Sandhu // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2006. — Vol. 2. — № 4. — Pp. 387–403.
 23. *Vuorenmaa H.* A method and application for investment evaluation of supply chains in paper industry [Text] / H. Vuorenmaa, P. Helo // International Journal of Logistics Systems and Management. — 2011. — Vol. 8. — № 1. — Pp. 19–46.

Приложение

Затраты ресурсов на производство одной единицы продукции

Ресурс	Затраты (кг, м)									
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60		
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	Термо-камера	Термостат	Установка сварки	Установка совмещения и экспонирования
НР1-17	107,52941	365,6	100,54	50,27	45,7
НР1-22	186,82353	635,2	174,68	87,34	79,4
НР1-33	82,352941	280	77	38,5	35
НР1-43	26,352941	89,6	24,64	12,32	11,2
НР1-53	450,82353	1532,8	421,52	210,76	191,6
НР1-54	208	707,2	194,48	97,24	88,4
НР1-55	237,41176	807,2	221,98	110,99	100,9
НР1-60	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

Заграты ресурсов на производство расчетного количества изделия

Ресурс	Заграты (кг, м)									
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60		
Кермет К20С	0,007769	0,00794	0,00532	0,001904	0,00958	0,006188	0,003027	0,0001368		
Дозированные гранулы алю-миния	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	8,96Е-05	0,015328	0,007072	0,005045	0,000456		
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,000366	0,000953	0,00042	8,96Е-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 (кг. м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К627ПА5Т
Кермет К20С	0,0000170	0,0000100	0,0000152	0,0000170	0,0000050	0,0000070	0,0000030	0,0000009	0,0000400	0,0000045	0,0000380	0,0000380	0,0002270
Дозированные гранулы алюминия	0,0000320	0,0000190	0,0000291	0,0000320	0,0000096	0,0000137	0,0000057	0,0000017	0,0000830	0,0000000	0,0000730	0,0000000	0,0001250
Краска черная МА-514	0,0000400	0,0000240	0,0000400	0,0000400	0,0000200	0,0000200	0,0000000	0,0000000	0,0000500	0,0000000	0,0000384	0,0000384	0,0000000
Лак ЭП-730	0,0002400		0,0002400	0,0002400	0,0001000	0,0001000	0,0000000	0,0001000	0,0000000	0,0000000	0,0002000	0,0002000	
Паста У2	0,0000370	0,0000061	0,0000061	0,0000370	0,0003710	0,0002610	0,0001490	0,0000000	0,0001750	0,0000000	0,0000061	0,0000061	0,0001480
Катализатор № 28	0,0000008	0,0000012	0,0000012	0,0000008	0,0000080	0,0000080	0,0000050	0,0000030	0,0000000	0,0000000	0,0000012	0,0000012	0,0000032
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,0000008	0,0000012	0,0000012	0,0000008	0,0000080	0,0000080	0,0000050	0,0000030	0,0000000	0,0000000	0,0000012	0,0000012	0,00000454
Толуол	0,0000114	0,0000400	0,0000000	0,0000114	0,0001140	0,0001140	0,0000790	0,0000450	0,0000000	0,0000000	0,0000400	0,0000400	0,00000454
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,0000000	0,0240000	0,0470000	0,0002600	0,0693333	0,0924000	0,0572000	0,0154000	0,0000000	0,0000000	0,0011880	0,0000008	0,2400000
Нефрас - С. 50/170	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0003300
Припой ПОС-61	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001430	0,0020000	0,0001820	0,0000000	0,0000000
Капифоль сосновая	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000010	0,0000010	0,0000010	0,0000010	0,0000010
Подложка спаталовая СТ 50-1-4-0,6	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,1830000	0,0440000	0,1830000	0,1830000	0,4036000

Окончание таблицы

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Проволока кр. Зл. 999,9-0,04	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000016	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Аноды серебряные	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000394	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Дипансор-гентат калия	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000727	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Прессматериал АГ-4В	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0029300	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Смола эпоксидная ЭД-20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001250	0,0000000	0,0000490	0,0000520	0,0000210
Пластикат ДБФ	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000120	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Полиэтилен-полиамин	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000120	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Спалл ЭА-1Б	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001250	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Компаунд КЭ-14В	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0003120	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Лента Л63 ДПРНТ 0,15	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0020400	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Проволока медная Ø 0,6	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0030000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Кристалл Б572ПП-4	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,0000000	0,0000000	1,0000000
Никель НПА-1	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0001790	0,0000000	0,0000000
Гелий	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0020000

Загрaты ресурсов на производство расчетного количества изделий

Ресурс	Загрaты (кг, м)											427ПА2	427ПА4	K427ПА5T		
	HP1-17	HP1-22	HP1-33	HP1-43	HP1-53	HP1-54	HP1-55	HP1-60	3.13HP310-311	TRП	427ПА2					
Кермет К20С	0,0077690	0,0079400	0,0053200	0,0057800	0,0045024	0,0023509	0,0004823	0,0003479	0,0099332	0,0007898	0,0574674	0,0707176	0,4122910			
Дозированные гранулы алюминия	0,0146240	0,0150860	0,0101850	0,0108800	0,0086446	0,0046010	0,0009164	0,0006571	0,0206114	0,0000000	0,1103979	0,0000000	0,2270325			
Краска черная МА-514	0,0182800	0,0190560	0,0140000	0,0136000	0,0180096	0,0067108	0,0000000	0,0000000	0,0124165	0,0000000	0,0580723	0,0714620	0,0000000			
Лак ЭП-730	0,1096800	0,0000000	0,0840000	0,0816000	0,0900480	0,0335840	0,0000000	0,0386510	0,0000000	0,0000000	0,3024600	0,3721980	0,0000000			
Паста У2	0,0169090	0,0048434	0,0021350	0,0125800	0,3340781	0,0876542	0,0239562	0,0000000	0,0434578	0,0000000	0,0092250	0,0113520	0,2688065			
Кагализатор № 28	0,0003656	0,0009528	0,0004200	0,0002720	0,0072038	0,0026867	0,0008039	0,0011595	0,0000107	0,0000000	0,0018148	0,0022332	0,0058120			
Гидрофобизир. жид. 136-41	0,0003656	0,0009528	0,0004200	0,0002720	0,0072038	0,0026867	0,0008039	0,0011595	0,0000000	0,0000000	0,0018148	0,0022332	0,0824582			
Толуол	0,0052098	0,0317600	0,0000000	0,0038760	0,1026547	0,0382858	0,0127016	0,0173930	0,0000000	0,0000000	0,0604920	0,0744396	0,0824582			
Алюминиевая проволока АК 0,9 ПМ-50	0,0000000	19,056000	16,4500000	0,0884000	62,4332500	31,0316160	9,1966160	5,9522540	0,0000000	0,0000000	1,7966124	0,0014888	435,90240			
Нефрас – С 50/170	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,5993658			
Припой ПОС-61	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0355112	0,3510400	0,2752386	0,0000000	0,0000000			
Какифоль сосновая	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0002483	0,0001755	0,0015123	0,0018610	0,0018163			
Подложка сигналовая СТ 50-1-1-0,6	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	45,4443900	7,7228800	276,75090	340,56117	733,04253			

Окончание таблицы

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Проволока кр. Зл. 999,9-0,04	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0004058	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Аноды сере-бряные	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0097817	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Дишановар-гентат калия	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0180472	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Прессмате-риал АГ-4В	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,7276069	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Смола эпокс-идная ЭД-20	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0310413	0,0000000	0,0741027	0,0967715	0,0381415
Пластифи-кат ДБФ	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0029800	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Полиэтил-енполиамин	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0029800	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Ситалл ЭА-1-Б	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0310413	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Компаунд КЭ-14В	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0774790	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Легга Л63 ДПрНТ 0,15	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,5065932	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Проволока медная О 0,6	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,5265600	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Кристалл Б572ПП1-4	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1512,30000	0,0000000	1816,2600
Никель НПА-1	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,2707017	0,0000000	0,0000000
Гелий	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	3,6325200

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	17 557,94118	0
Термокамера	35 818,2	4628,77272
Термостат	9850,005	1370,828844
Установка сварки	2462,50125	0
Установка совмещения и экспонирования	547,2225	0
Итого	66 235,86993	5999,601564

Затраты на приобретение материально-сырьевых ресурсов при выпуске одной единицы продукции

Ресурс	Затраты (ст. м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	31:3НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Керамет К20С	0,026078	0,01534	0,0233168	0,026078	0,00767	0,010738	0,004602	0,0013806	0,06136	0,006903	0,058292	0,058292	0,348218
Дозированные гранулы алю-миния	0,0264	0,015675	0,0240075	0,0264	0,00792	0,0113025	0,0047025	0,0014025	0,068475	0	0,060225	0	0,103125
Кресса черная МА-5/4	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	0,0129352	0,00213256	0,00213256	0,0129352	0,1297016	0,0912456	0,0520904	0	0,06118	0	0,00213256	0,00213256	0,0517408
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
Гидрофобт-эпр. жид. Г36-41	0,00048	0,00072	0,00072	0,00048	0,0048	0,0048	0,003	0,0018	0	0	0,00072	0,00072	0,02724
Толуол	0,001644678	0,0057708	0	0,001644678	0,01644678	0,01644678	0,01138733	0,00649215	0	0	0,0057708	0,0057708	0,006549858
Алюмини-евая проволока	0	0,0204	0,03995	0,000221	0,058933305	0,07854	0,04862	0,01309	0	0	0,0010098	0,00000068	0,204
Нейрас – С. 50/170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018348
Пршпой ПОС-61	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05029167	0,70338	0,06400758	0	0
Капфоль состояая	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015
Подложка сигналовая 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	0,002392387	0	0	0	0

Окончание таблицы

Ресурс	Затраты (кг, м)												
	НР1-17	НР1-22	НР1-33	НР1-43	НР1-53	НР1-54	НР1-55	НР1-60	313НР310-311	ТРП	427ПА2	427ПА4	К427ПА5Т
Аноды серебряные	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000716502	0	0	0	0
Дипнооргентат калия	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001210027	0	0	0	0
Прессмаге-риал 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	0,01863125	0	0,00730345	0,0077506	0,00313005
Пластификат ДБФ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003132	0	0	0	0
Полиэтилено-ламин	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0012792	0	0	0	0
Сигнал 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	0,6050844	0	0	0	0
Проволока медная Ю 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	0,1668638	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**

Наименование ресурса	Цена ресурса (руб.)	Объем закупки (ед.)
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

Параметры оптимизационной модели

№ п/п	Вид изделия	Отпускная цена изделия, руб.	Переменные затраты	Спрос
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 производства единицы продукции, руб.	Расход на закупку материалов для производства 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	

Продолжение таблицы

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.
	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	
	Армирующий профиль балконный	9,34	м	36,78	343,42	
	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	

Продолжение таблицы

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 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	
	Армирующий профиль балконный	9,34	м	36,78	343,42	
	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	
Окно из профиля PROPLEX-Optima	Рама оконная 63 мм	6,02	м	107,08	645,05	3656,11
	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	

Продолжение таблицы

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.
	Соединитель импоста	2,00	шт	9,25	18,50	
	Подкладка 100 мм	12,00	шт	0,58	6,97	
	Фурнитура KALE	1,00		617,87	617,87	
	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	
Окно из профиля PROPLEX-Premium	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	

Продолжение таблицы

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.
	Армирующий проф. 2	3,74	м	38,85	145,46	
	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		1016,65	1016,65	
	Стеклопакет	1,00		1191,86	1191,86	
Окно из профиля PROPLEX-Lux	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	

Продолжение таблицы

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-5800	Рама 63 мм	6	м	109,05	654,30	3656,69
	Створка 77 мм	4,2	м	127,56	535,75	
	Импост 82 мм	1,2	м	128,68	154,42	
	Штапик 14 мм	7,00	м	35,03	245,21	
	Армирующий проф. 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	0,36	0,72	
	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	
Окно из профиля KRAUSS-7300	Рама 63 мм	6,03	м	119,2	718,78	3699,30
	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	

Продолжение таблицы

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.
	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	
Окно из профиля KRAUSS-7500	Рама 63 мм	6,01	м	120,4	723,60	3872,14
	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 C-640	Рама C640	1	компл.	1137,733035	1137,73	4129,83
	Створка C640	1	компл.	1630,8486	1630,85	
	Стыковочный пр. C640	1,43		78,20	111,83	

Окончание таблицы

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.
	Фурнитура	1	компл.	612,2201539	612,22	
	стекло 5мм.	2	компл.	318,6	637,20	
Алюминиевое окно Provedal P-400	Рама узкая глухая/поворот.	4,00	м	116,29	465,16	4651,26
	Створка поворот.	4,90	м	171,75	841,58	
	Штапик подстекло 5 мм	9,97	м	47,63	474,87	
	Соединительный профиль	2,00	м	30,43	60,86	
	Уплотнитель стекла полулунный, 2 мм	1,00	компл	244,08	244,08	
	Фурнитура	1,00	компл	1608,91	1608,91	
	стекло 5мм.	3,00	шт	318,60	955,80	
Алюминиевое окно AGS 50	профиль 5	25,00	компл	97,07	2426,74	4814,74
	Резиновое уплотнение	1,00		4,21	4,21	
	Аксессуары	1,00	компл	1427,99	1427,99	
	стекло 5 мм.	3,00	шт	318,60	955,80	
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	

Стоимость оборудования

№	Вид оборудования	Цена, руб.
1	Двухголовочная пила Mecal SW402	416 500
2	Пи́ла для армирующего профиля Imet BS280/60ECO	125 500
3	Фрезерный станок для фрезеровки дренажных отверстий Lisi RC3	194 000
4	Фрезерный станок для обработки торца импоста с автоматическим приводом Mecal FR703	170 500
5	Автоматический шуруповерт Urban DS2100	255 000
6	Копировально+фрезерный станок для фрезеровки дренажных отверстий, паза и отверстий под замок Mecal FR811+3	165 900
7	Двухголовочный сварочный автомат Lisi A2 TR	596 500
8	Автомат для снятия сварного наплыва и зачисткой паза под уплотнение Lisi LD1 Plus	343 500
9	Пи́ла для резки штапика Lisi TX21	180 000
10	Одноголовочный сварочный автомат	238 500
11	Пи́ла 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	Углобжимной пресс	256 410
	Сумма	3 198 268

Нормы времени обработки и эффективное время работы, ч, на каждом станке по видам продукции

Вид изделия	Двуголовочная пила	Пила для резки армипрущего профиля	Фрезерный станок для импоста	Фрезерный станок для фрезеровки деревянных отверстий	Копировально-фрезерный станок	Двуголовый сверлочный аппарат	Однголовочный сверлочный 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	0,0911	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
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-Lux	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

Окончание таблицы

Вид изделия	Двуголовочная пила	Пила для резки арм- рующего профиля	Фрезерный станок для импоста	Фрезерный станок для фрезеровки дре- нажных отверстий	Копировально-фре- зерный станок	Двуголовый сва- ронный аппарат	Однголовочный сва- ронный автомат	Автомат для зачистки углов	Пила для резки шта- пка	Пила для резки с ни- жней подачей диска	Станок для обработки торцов импоста	Копировально – фре- зерный станок	Углообжимной пресс
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
Алюминиевое окно Provedal C-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 P-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 AGS 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 AGS 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 оборудо- вания в течение месяца	170	155	180	140	160	230	200	165	140	130	120	140	150

Оглавление

Введение	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ.....	5
1.1. Состав, структура, сущность источников финансирования предприятия.....	5
1.2. Финансовая стратегия предприятия.....	12
1.3. Управления капиталом на предприятии.....	24
2. МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.....	34
2.1. Задача оптимизации валовой прибыли многономенклатурного предприятия.....	34
2.2. Задача оптимизации портфеля закупок материальных ресурсов производства с учетом использования кредита.....	36
2.3. Задача кредитования проекта расширения предприятия.....	39
2.4. Модель управления кредитными ресурсами при реализации проекта реперофилирования предприятия.....	40
2.5. Методы анализа устойчивости в моделях управления кредитными ресурсами предприятия.....	41
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	49
3.1. О предприятии.....	49
3.2. Пример использования моделей.....	51
3.3. Выводы.....	62
4. ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ	63
4.1. Понятие, сущность и функции кредита. Принципы кредитования.....	63
4.2. Виды банковских кредитов, предоставляемых предприятию.....	67
4.3. Управление привлечением банковского кредита на предприятии.....	71
5. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ	75
5.1. Принципы построения моделей управления кредитными ресурсами.....	75
5.2. Методы анализа устойчивости моделей в условиях изменения цен на продукцию, выпускаемую предприятием.....	100
6. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ОПТОВЫХ ЗАКУПОК ТОРГОВОЙ ФИРМОЙ.....	106
6.1. Статические модели управления портфелем оптовых закупок.....	106
6.2. Анализ устойчивости в модели выбора оптимального портфеля оптовых закупок.....	110
6.3. Оптимизация портфеля оптовых закупок с учетом риска.....	113
6.4. Динамическая модель формирования оптовых закупок.....	119
6.5. Программное средство для поиска оптимального портфеля оптовых закупок торгового предприятия.....	128

7. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	137
7.1. Детерминированные портфели инвестиционных проектов.....	137
7.2. Формирование портфеля инвестиционных проектов без учета риска.....	138
7.3. Модели портфелей инвестиционных проектов с возможностью привлечения кредита	139
7.4. Определение максимально допустимой кредитной ставки при формировании портфеля инвестиционных проектов	140
7.5. Формирование портфеля инвестиционных проектов при интервальном задании NPV.....	145
7.6. Формирование портфеля инвестиционных проектов с учетом риска	149
7.7. Пример использования модели формирования портфеля инвестиционных проектов.....	152
8. МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ НОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	156
8.1. Двухуровневая линейная детерминированная модель	156
8.2. Оценка риска дефицита материальных ресурсов и производственных мощностей.....	158
8.3. Динамическая модель оценки производственной мощности предприятия.....	159
8.4. Анализ устойчивости в моделях оценки производственной мощности предприятия.....	162
8.5. Динамическая модель оценки производственной мощности с учетом риска доходности производственной программы.....	166
8.6. Пример использования двухуровневой модели проекта создания нового предприятия.....	168
9. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТАМИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА	173
9.1. Детерминированная постановка задачи.....	173
9.2. Двухкритериальные модели оценки эффективности календарных планов.....	175
9.3. Анализ устойчивости календарных планов.....	177
10. ФИНАНСИРОВАНИЕ ТЕКУЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	188
10.1. Финансовый цикл как инструмент финансирования производственного процесса.....	188
10.2. Планирование потребности в оборотном капитале	192
10.3. Анализ источников внешнего финансирования текущей операционной деятельности.....	204
10.4. Методика управления привлечением кредита на пополнение оборотных средств	210
11. ОЦЕНКА РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	215
11.1. Основные положения системы управления рисками производственно-финансовой деятельности предприятия.....	215
11.2. Анализ методов управления рисками	225
11.3. Анализ особенностей управления финансовыми рисками инвестиционного проекта.....	231
11.4. Методика оценки рисков инвестиционного проекта.....	234

12. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ.....	242
12.1. Методические подходы к формированию системы информационного сопровождения оценки эффективности управления производственной компанией	242
12.2. Методические подходы к оценке эффективности производственного оборудования	248
12.3. Методические подходы к оценке деятельности производственных подразделений в контексте повышения эффективности.....	251
12.4. Методические подходы к оценке эффективности системы управления финансами на предприятии	255
12.5. Методические приемы оценки эффективности управления инвестициями производственной компании	260
12.6. Оценка эффективности антикризисных мероприятий производственной компании.....	268
Заключение.....	276
Список использованной литературы	277
Приложение.....	279

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел. (495) 280-33-86 (доб. 218, 222)
E-mail: bookware@infra-m.ru

•
Отдел «Книга—почтой»:
тел. (495) 280-33-86 (доб. 222)

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1
----------------	--

Научное издание

**Мищенко Александр Владимирович,
Пилюгина Анна Валерьевна**

**МЕТОДЫ ФИНАНСОВОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ**

МОНОГРАФИЯ

Оригинал-макет подготовлен в НИЦ ИНФРА-М
ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, 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 00.00.2022.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Petersburg.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 19,0.
Тираж 500 экз. Заказ № 00000
ТК 737037-1875454-000022

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29