

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫМ РАЗВИТИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Косачев А.В., к.э.н., доцент ГОУ ВПО «Ижевский
государственный технический университет»;
Лялин В.Е., д.т.н., профессор ГОУ ВПО, заведующий
кафедрой «Интеллектуальные информационные
технологии в экономике»,
Ижевский государственный технический университет;
Семенов В.В., к.э.н., генеральный директор
ФГУП «НПП «КВАНТ», г. Москва

Стремление компаний выигрывать в конкурентной борьбе вынуждает их искать новые решения для оптимизации бизнеса, внедрять информационные системы управления, снижать вероятности неверных управленческих решений. Эта работа требует априорного определения и формализации компанией целей своей деятельности. В работе предложена модель оптимального управления долгосрочным развитием преимущественно производственной компании с серийным или массовым производством, действующей на конкурентном рынке. Данная модель является базой для системы принятия решений в области долгосрочного управления компанией, с возможностями мониторинга и оперативной коррекции в зависимости от достигнутых результатов, и нацелена на создание стоимости.

ВВЕДЕНИЕ

В период нестабильности будущего человеку свойственно опираться при принятии решений больше на интуицию и опыт, чем на детальный анализ происходящего и долгосрочный прогноз. В постоянно изменяющемся окружении не может быть готовых рецептов. Когда положение в стране становится все более определенным и появляется возможность средне- и долгосрочного планирования, подход, основанный на интуиции и опыте, не оправдывает себя и зачастую приводит к неэффективному управлению.

Мировая практика показывает, что наиболее конкурентоспособными компаниями являются, как правило, те, в которых главным критерием оценки качества принимаемого управленческого решения служит последующее повышение стоимости бизнеса. Несмотря на это, современные инструменты управления стоимостью, представляющие интерес с практической точки зрения, остаются недоступными большинству собственников, экспертов, менеджеров и оценщиков, поскольку относятся к ноу-хау отдельных предприятий и консалтинговых компаний. Разработанные и описанные в настоящем исследовании методы и модели оценки и управления стоимостью позволяют в какой-то мере восполнить пробел в этой области.

Все больше и больше российских компаний сталкиваются с необходимостью повышения собственной эффективности. Разнообразные исследования показывают, что большинство российских компаний имеют огромный потенциал оптимизации основной деятельности. Как показывает опыт работы компаний на российском рынке, можно ожидать очень высокой отдачи инвестиций от оптимизации практически всех сфер деятельности компании. В капиталоемких отраслях приоритетным направлением оптимизации часто является организация инвестиционного процесса; в тех отраслях, где основная масса затрат формируется на производстве, большой эффект дают комплексные программы сокращения производственных затрат и повышения выхода готовой продукции.

Среди наиболее важных проблем, с которыми сталкиваются российские промышленные предприятия можно выделить несколько групп:

- неэффективное использование производственных мощностей;

- чрезмерный уровень запасов сырья и готовой продукции;
- низкое качество продукции и высокий уровень брака.

Оптимальность в сфере капитальных инвестиций в значительной степени определяет уровень конкурентоспособности промышленных компаний. Это положение становится еще более актуальным, если принять во внимание, что парк промышленного оборудования в нашей стране довольно стар, и для того, чтобы на равных конкурировать на мировом рынке в условиях глобализации, компании должны будут заняться вопросом обновления основных производственных фондов.

Опыт успешных компаний показывает, что залог успеха – в формировании эффективного инвестиционного процесса, пронизывающего всю организационную структуру компании, а также в систематическом повышении квалификации вовлеченных в него сотрудников. На рынке остается все меньше недооцененных объектов, и поэтому на первый план выходит разработка правильной политики капитальных вложений в действующее производство.

1. ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. Специфика производственных компаний и проблемы их развития

Все больше и больше российских компаний сталкиваются с необходимостью повышения собственной эффективности. Согласно исследованиям компании McKinsey, многие российские компании имеют большой простор для оптимизации основной деятельности. Как показывает опыт работы компаний на российском рынке, можно ожидать очень высокой отдачи инвестиций в случае оптимизации практически в любой сфере деятельности. В капиталоемких отраслях наибольшая отдача может быть получена в направлениях оптимизации организации инвестиционного процесса; в тех отраслях, где основная масса затрат формируется на производстве, значительную отдачу можно получить от комплексных программ сокращения производственных затрат и повышения выхода готовой продукции.

В зависимости от отрасли набор решений по повышению эффективности может сильно отличаться. Кроме общих для многих отраслей решений, есть случаи, когда повышение эффективности может быть особенно хорошо заранее спланировано и рассчитано. В качестве примера можно привести промышленные компании. Если рассматривать массовое или серийное производство, то можно отметить наличие хорошо формализуемого и хорошо поддающегося расчету производственного ядра.

Среди наиболее важных проблем, с которыми сталкиваются российские промышленные предприятия, можно выделить несколько групп [71]:

1. Неэффективное использование производственных мощностей. Обычно эта проблема – следствие непродуманного производственного планирования и технического обслуживания. Как правило, главным рычагом повышения эффективности использования мощностей становятся сокращение времени простоя оборудования из-за поломок, переналадок, а также обеспечение максимальной технической возможной скорости работы линии. При росте продаж, в случае более активного использования мощностей, становятся возможными значительные инвестиции в новое оборудование. Кроме того, снижаются условно-постоянные затраты на единицу продукции. При стагнации рынка потенциал сокращения затрат состоит в уменьшении количества производственных смен.
2. Чрезмерный уровень запасов сырья и готовой продукции. Сокращение запасов готовой продукции достигается в ре-

зультате повышения эффективности производственного планирования и его более тесной связи со службой маркетинга, ответственной за прогнозирование рынка. В некоторых случаях неэффективное использование мощностей может стать причиной «целенаправленного» накопления запасов готовой продукции для периодов пиковых продаж. После сокращения избыточных запасов предприятие высвобождает связанный в них капитал, который можно инвестировать в прибыльные проекты.

3. Низкое качество продукции и высокий уровень брака. Эти проблемы вызваны низкой стабильностью производственного процесса, т.е. неспособностью предприятия поддерживать высокие операционные параметры в течение длительного времени.
4. То, насколько компания оптимально действует в сфере капитальных инвестиций, в значительной степени определяет уровень конкурентоспособности промышленных компаний [31]. Опыт успешно развивающихся компаний показывает, что залог успеха – в формировании эффективного инвестиционного процесса, пронизывающего всю организационную структуру компании, а также в систематическом повышении квалификации вовлеченных в него сотрудников. На рынке остается все меньше недооцененных объектов и на первый план выходит разработка правильной политики капитальных вложений в действующее производство.

В данной работе промышленная компания рассматривается как самостоятельная бизнес-линия. Бизнес-линию в широком смысле можно определить как совокупность прав собственности, долгосрочных привилегий и конкурентных преимуществ, специального и универсального имущества, технологий, а также контрактов, которые обеспечивают возможность получать определенные доходы (поток доходов или серию денежных потоков – *cash-stream* или *cash-flows*) [9].

Производственные компании, кроме свойств бизнес-линии, обладают рядом специфических черт. Каждое промышленное предприятие состоит из производственных подразделений – цехов, участков, обслуживающих хозяйств, органов управления, организаций и учреждений, призванных удовлетворять нужды работников предприятия и их семей.

Комплекс производственных подразделений, организаций по управлению предприятием и обслуживанию работников, их количество, величина взаимосвязи и соотношения между ними по размеру занятых площадей, численности работников и пропускной способности представляют собой общую структуру предприятия.

Производственные подразделения предприятия – цеха, участки, обслуживающие хозяйства и службы (прямо или косвенно участвующие в производственном процессе), связи между ними, взятые в совокупности, – составляют его производственную структуру.

На производственную структуру влияет ряд факторов [14]:

- отраслевая принадлежность предприятия – номенклатура выпускаемой продукции, ее конструктивные особенности, используемые материалы, способы получения и обработки заготовок;
- простота конструкции и технологичность изделия;
- уровень требований, предъявляемых к качеству продукции;
- тип производства, уровень его специализации;
- состав оборудования и технологической оснастки;
- централизованная или децентрализованная организация обслуживания оборудования, текущего ремонта его и технологической оснастки;
- способность производства оперативно и без больших потерь перестраиваться на новый выпуск продукции в измененной номенклатуре изделий;
- характер производственного процесса.

Важнейшей характеристикой промышленного производства, во многом определяющей его структуру управления, является тип производства: массовое, серийное и единичное. Они отличаются объемом производства и периодичностью выпуска продукции [2].

Для массового производства характерен большой объем выпуска продукции при строго ограниченной номенклатуре. Это позволяет использовать высокопроизводительное специализированное оборудование и оснастку. Данный тип производства наиболее эффективный: здесь достигается высокая производительность труда, значительная рентабельность, низкая себестоимость продукции.

Для серийного производства характерно изготовление изделий ограниченной и периодически повторяющейся номенклатуры. Данный тип производства распространен, например, в радиотехнической промышленности, приборостроении, станкостроении.

Для единичного производства характерно изготовление разнообразных изделий определенного назначения в небольших количествах. Единичное производство преобладает на опытных предприятиях, при изготовлении уникальных приборов, машин и агрегатов.

Производственный процесс представляет собой последовательность различных действий, направленных на создание продукта [55]. Главными являются действия по изменению формы, размеров или свойств обрабатываемого материала – технологические операции. Они определяют технологический процесс и, как правило, не поддаются замене или исключению. Любой производственный процесс включает в себя технологические и вспомогательные операции. В число вспомогательных операций входят: транспортные, складские, операции по ориентированию и фиксации обрабатываемых изделий, комплектации заготовок, инструмента и оснастки.

Эффективная деятельность предприятий в условиях рыночной экономики в значительной степени зависит от того, насколько достоверно они предвидят дальнюю и ближнюю перспективу своего развития, т.е. от прогнозирования. Необходимость технико-экономического обоснования планов и повышения эффективности производства предопределили систему показателей плана. Показатели, применяемые в планировании, подразделяются на количественные и качественные.

Количественные показатели плана выражаются, в основном, абсолютными величинами. К ним относятся: объем товарной, валовой продукции, объем реализации, численность работающих, численность рабочих, сумма прибыли, размер затрат различных производственных ресурсов (металла, топлива и т.д.) и др.

Качественные показатели, как правило, являются величинами относительными. Они выражают экономическую эффективность производства, его отдельных факторов. Это рост производительности труда, снижение себестоимости продукции и др. К качественным показателям относятся также те, которые выражают соотношение количественных показателей между собой, например, рентабельность производства, рентабельность продукции и др.

Между количественными и качественными показателями существует взаимосвязь и взаимодействие. Для того, чтобы обеспечить непрерывность и правильную структуру развития производства, нацелить работников на повышение эффективности производства, од-

ного показателя недостаточно. Нужна система, сочетание количественных и качественных показателей.

Количественная оценка процессов управления производством основана на следующем:

1. Любая целенаправленная управленческая деятельность сопряжена с использованием определенных средств-ресурсов (людей, материалов, оборудования, денежных средств, времени и пр.), количество которых всегда ограничено и может быть численно измерено.
2. Конечный результат может быть достигнут при различных вариантах использования имеющихся ресурсов. Этот результат, как правило, тоже может быть численно измерен (прибыль, объем выпуска, себестоимость и т.п.).
3. Выбор наиболее целесообразного варианта распределения ресурсов осуществляется по совокупности качественных и количественных характеристик. Количественная сравнимость вариантов может быть достигнута введением однозначной меры (критерия), оценивающей конечные результаты при различных способах распределения ресурсов.

В управлении производством главная задача руководителя операционным процессом состоит в том, чтобы определить, как целесообразнее использовать (распределить) имеющиеся производственные ресурсы, чтобы достичь наилучшего результата.

Системность и коллективный характер выполнения производственно-хозяйственной деятельности любого вида всегда предполагает наличие нескольких целей. Цели – это совокупность конечных частных и общих результатов целенаправленной управляемой деятельности. При управлении определенным процессом цели обычно бывают заданы.

Важнейший раздел плана развития предприятия составляет производственная программа, или план производства продукции. Основой для определения в плане объема продукции в стоимостном выражении служит план производства в натуральном выражении. В качестве стоимостных показателей производственной программы чаще всего используются такие показатели, как объем реализации, товарная, валовая продукция.

В отличие от управления производством, управление стоимостью предприятия, нацеленное на развитие бизнеса, требует от менеджера особого подхода. Он должен концентрироваться на долгосрочных денежных потоках, а не на сиюминутных изменениях величины прибыли в расчете на акцию. Предприятие должно рассматриваться с точки зрения того, приносит ли оно доход, превышающий стоимость привлечения его капитала, или нет.

Воздействие на факторы, через которые возможно управление стоимостью, осуществляется в соответствии с конкретными стратегиями развития предприятия: операционными, инвестиционными и финансовыми.

Операционные стратегии рассматривают следующие стоимостные факторы:

- ассортимент производимой продукции и услуг;
- ценообразование;
- выбор рынков;
- рекламу;
- эффективность затрат;
- систему сбыта;
- качество обслуживания клиентов.

Инвестиционные стратегии предусматривают анализ:

- уровня товарно-материальных запасов;
- сбора дебиторской задолженности;
- управления кредиторской задолженностью;
- расширения производственных мощностей;

- планирования капиталовложений;
- продажи активов.

Финансовые стратегии ориентированы на:

- создание оптимальной структуры капитала;
- выбор наиболее дешевых способов финансирования заемного и собственного капиталов;
- максимальное сокращение факторов делового риска.

Последовательное осуществление того или иного варианта стратегий приводит к максимальному увеличению денежного потока и, как следствие, к повышению стоимости предприятия.

1.2. Динамическое стратегическое планирование

Полезно взглянуть на проблему управления стоимостью промышленной производственной компании с точки зрения исследования операций и системного анализа, и в этой связи наиболее интересным становится рассмотрение управления в свете стратегического динамического программирования.

Динамическое стратегическое планирование – эффективный метод разработки стратегий развития технологий и крупномасштабных инженеринговых проектов [84]. Слово «динамическое» указывает на учет рисков и неопределенности, сопутствующих любого рода прогнозам и необходимости введения гибкости в планы, для того, чтобы система наиболее полно и быстро адаптировалась к новым условиям; термин «стратегическое» указывает на нацеленность в большей степени на долгосрочные выгоды, чем на краткосрочные цели. «Планирование» означает разработку процесса, который имеет целью достижение наилучших из возможных результатов в заданных условиях.

Стратегия, традиционно, определялась как интегрированный набор действий, приводящих к значимым конкурентным преимуществам. В рамках данной работы представляет интерес другое определение стратегии, которое сформулировано К. Коине (Kevin P. Coyne) и С. Сабраманиам (Somu Subramaniam) – как небольшого набора решений, который определяет большую часть последующих действий компании, затруднительно изменяемого, будучи однажды принятым, и имеющего огромное влияние на то, достигнет ли компания своих стратегических целей или нет [95]. В рамках данной работы, если не указано иное, термин «стратегия» будет в основном определять значительный временной интервал, который, в свою очередь, и будет определять специфику стратегического планирования в виде неопределенности, рисков, нелинейности взаимодействий и т.п.

Эволюцию системного анализа можно отразить тремя главными фазами. В порядке появления это [84]:

- методы оптимизации (*System Optimization*), доминировавшие в 70-е годы;
- теория принятия решений (*Decision Analysis*), которая стала популярна в 80-е;
- динамическое стратегическое планирование (*Dynamic Strategic Planning*), которое в значительной степени является инновацией.

Методы оптимизации направлены на максимизацию производительности, которая может быть достигнута в заданных условиях. Основным инструментом являются математические методы линейного программирования, целочисленного программирования и т.д. Они дополняются такими подходами, как динамическое и геометрическое программирование и т.д.

Очевидно, что оптимизация является важной задачей. И те, кто ставит задачи, и те, кто потом их решения воплощают в жизнь, хотя бы зная, каким образом может быть достигнута высокая степень эффективности. Методы оптимизации широко применяются в разных областях в течение многих лет и поэтому доказали свою состоятельность [83].

Основное ограничение в практическом использовании методов оптимизации – это требование к точному описанию модели, высокой степени формализации. В некоторых случаях, например, в линейном программировании, можно выйти за рамки этих ограничений и исследовать чувствительность оптимального решения, но, в целом методы оптимизации предполагают, что параметры оптимизируемой системы хорошо известны.

Предположение о точных значениях параметров системы может быть допустимым и обоснованным, например, в краткосрочных периодах. В этом случае методы оптимизации эффективны и часто применяются, например, для тактического управления в относительно сжатые сроки. Но в случае значительных временных горизонтов, в которых определяются стратегические планы, предположение, что параметры системы могут быть определены и заданы точно, не может быть принято.

Методы оптимизации не предоставляют достаточно основания для разработки долгосрочных планов для технологических систем. Окружение, в котором существует система, не может быть определено с достаточной точностью на значительный период времени, прогнозы для больших временных интервалов имеют незначительный уровень доверия [77, 82, 98].

Теория принятия решений обеспечивает полностью структурированный систематический подход для определения рисков и обоснования последовательности принимаемых решений. Предполагается, что исследователь знает, как оптимизировать систему в любых конкретных условиях, и потому теория в основном сосредоточена на более значимом вопросе: каким образом интегрировать методы оптимизации в некоторый контекст, в котором определяются риск и неопределенность.

Методы теории принятия решений дают возможность:

- определять риски и неопределенность, связанные с каждым возможным решением;
- структурировать возможные комбинации решений;
- использования этих комбинаций для определения лучшей модели развития системы.

Методы теории принятия решений в подавляющем большинстве практических ситуаций представляют из себя более предпочтительный инструмент для исследования возможных вариантов построения различных систем, учитывая сопутствующий размер рисков. Большой объем программных продуктов разработан для того, чтобы помочь разработчикам структурировать и проводить анализ планов с использованием методов анализа решений. Таким образом, методы теории принятия решений широко используются для определения оптимального решения в условиях неопределенности будущего.

Критическим моментом является то, что методы теории принятия решений позволяют определить оптимальную стратегию (политику), а не некоторый фиксированный план. Введение дополнительного анализа на одной или нескольких стадиях плана определяет дополнительную величину гибкости, которая позволя-

ет и достичь новых выгод, и избежать возможных проблем в будущем.

Методы теории принятия решений имеют два основных ограничения при построении эффективных планов, и оба ограничения связаны с тем, что методы направлены на выбор наилучшего варианта из некоторого набора априорных альтернатив. Эти ограничения определяются следующими причинами, которые сужают подход теории принятия решений:

1. Задача исследователя – построить наилучший план, а не просто отобрать вариант из некоторого заранее определенного набора вариантов. Конкретно, исследователь, задаваясь необходимым уровнем гибкости, нуждается в процедурах оценки гибкости и определения того, какие планы дают такие виды гибкости, которые, в итоге, позволяют максимизировать отдачу от инвестиций.
2. Определение технологической политики обычно является результатом коллективного соглашения многих сторон, например, инвесторов, покупателей, которые будут использовать продукт, рабочих (которые могут ограничивать производительность), чиновников (которые могут поддержать или не поддержать новые технологии) и т.д. Окончательное решение о будущем компании редко является решением индивидуума или компании. Должны быть учтены интересы и взгляды основных заинтересованных сторон, и поэтому анализ должен отражать эти взгляды.

Динамическое стратегическое планирование – эффективный метод разработки и внедрения в жизнь новых технологий и крупномасштабных инженеринговых проектов. Это третья, и пока последняя стадия развития системного анализа по де Нефвиллю (*R. de Neufville*) [84]. На этой стадии принципиально новое значение приобретают два основных элемента, суть которых заключается в том, что разработчики экономических и технологических планов должны, во-первых, активно работать с рисками, идентифицируя их и встраивая в планы максимально возможную гибкость и, во-вторых, предвидеть и учитывать интересы и возможности влияния основных заинтересованных сторон.

К сильным сторонам динамического стратегического планирования можно отнести два основных момента, которые он учитывает:

1. Будущее не может быть предсказано точно, поэтому прогнозы, как правило, отличаются от того, что происходит на самом деле, вследствие чего, исследователь должен встраивать в планы развития механизмы, которые позволяют воспользоваться возможностями для улучшения результата и помогут избежать потерь.
2. Не может быть единственного правильного плана, поскольку выбор той или иной стратегии зависит от величин влияния различных групп, которые участвуют в разработке и принятии решения. Это означает, что в реальности выбор предпочтительного плана для важных проектов осуществляется на основе переговоров между заинтересованными сторонами.

Динамическое стратегическое планирование объединяет практические плоскости менеджмента и разработки реальных проектов, нацеливаясь на введение гибкости в планы, или, иными словами, на использование реальных опционов. Теория, разработанная для финансовых опционов, находит свое применение и в разработке сложных технологических решений [86, 102]. На практике же проводить анализ и оценку гибкости планов, т.е. оценку реального опциона, зачастую, намного удобнее, используя методы анализа решений, которые в любом случае предоставляют инструментальный для анализа рисков.

Динамическое стратегическое планирование базируется на шести принципах, три из которых касаются

природы целей, а другие три – развития плана с течением времени. Принципы, касающиеся природы целей таковы:

- элементы плана должны быть технически эффективными, т.е., иначе говоря, произведенный анализ на основе использования методов моделирования и оптимизации должен определять эффективный предел производственных возможностей, набор плановых решений, образующих множество Парето;
- не существует какого-то единственно правильного или оптимального плана, поскольку выбор того или иного варианта плана любой из заинтересованных сторон будет зависеть от ее частных предпочтений;
- плановые цели обязательно должны быть результатом переговоров или политических соглашений между сторонами, участвующими в проекте.

Вывод из вышеуказанных принципов следует такой: следует уделять больше внимания в процессе планирования необходимости обсуждения стратегии между заинтересованными сторонами, а не только моделированию и оптимизации.

Следующие три принципа касаются развития плана во времени, указывая на учет в динамическом стратегическом планировании следующих моментов:

- на значительных временных интервалах достоверность прогнозов сильно снижается, вследствие чего можно ожидать, что реальное развитие ситуации и конкретные значения факторов будут значительно отличаться от прогнозируемых;
- план должен иметь достаточную гибкость для того, чтобы эффективно адаптироваться к изменяющемуся окружению и используя благоприятную конъюнктуру улучшать результат, при этом, по возможности, избегая ухудшения целевых показателей;
- желаемые формы создания гибкости могут быть определены на основе использования методов опционного анализа, развившегося из общей финансовой теории, причем, для реальных проектов – это реальные опционы.

Вышеуказанные шесть принципов определяют методы динамического стратегического планирования, к которым относятся как традиционные методы системного анализа и теории принятия решений, так и процедуры определения различных путей обеспечения гибкости, разработки стратегий и решений, которые могут быть поддержаны основными заинтересованными сторонами.

В упрощенном виде динамическое стратегическое планирование можно свести к семи различным категориям методов, которые вместе позволяют проводить системный анализ, анализ решений и, в конечном счете определять планы. Это следующие категории:

1. *Моделирование*: представление возможных планов и их последствий – относительно простой уровень. Как правило, это некоторая производственная функция, которая определяет эффективность в виде максимального выпуска, который может быть достигнут с некоторым набором ресурсов.
2. *Оптимизация*. В некоторых условиях есть возможность определить формальную оптимизационную процедуру, приводящую к точному ответу для любого набора условий. В общем случае результат может быть получен путем имитационного моделирования. Результатом является некоторая стоимостная функция, которая на основе производственной функции и стоимости ресурсов определяет эффективные по затратам способы достижения заданного уровня результатов.
3. *Оценка вероятностей*. Невозможно точно спрогнозировать параметры технологической системы, такие, как, например, стоимость ресурсов, производительность и загруженность производственной системы и т.д. Поэтому

становится важной оценка доверительных интервалов и построение распределений вероятностей для параметров. Как правило, это делается на основе исследования статистических данных, либо опроса экспертов и работы с литературными данными.

4. *Анализ решений*. Имея данные из предыдущих пунктов, можно провести анализ решений для любого их набора, что позволит указать на наиболее гибкие стратегии в предварительных планах и, тем самым, обратить в дальнейшем большее внимание на внесение в планы большей гибкости.
5. *Анализ чувствительности*: позволяет аналитику указать на тот диапазон, на котором рекомендуемые действия на первом этапе плана являются наиболее предпочтительными.
6. *Оценка реальных опционов*. Введение дополнительной гибкости в планы, как правило, требует некоторых дополнительных затрат. Поэтому стоит вопрос определения той степени дополнительной гибкости, которая будет себя оправдывать. Оценка стоимости альтернативных форм гибкости и есть задача анализа реальных опционов. Будучи однажды рассчитанными, эти оценки могут быть использованы в анализе решений для того, чтобы определить набор наиболее желаемых динамических стратегических планов [96, 102, 108].
7. *Анализ подразумеваемых переговоров (implicit negotiations)*. Для определения стратегии, которая будет реализовываться, необходимо рассмотреть стратегии, выделенные на предыдущих этапах с точки зрения различных заинтересованных сторон. Необходимо найти некий компромисс между потерями и выгодами заинтересованных сторон.

Среди внушающих доверие стратегических планов, выделенных на предыдущем этапе, проводится анализ подразумеваемых переговоров. Окончательное вариант, который в дальнейшем будет предлагаться к реализации, и будет являться результатом этого [81, 87, 108].

1.3. Математическое оптимизационное моделирование

Для того чтобы использовать результаты и вычислительные процедуры методов оптимизации на практике, необходимо, прежде всего, построить математическую модель объекта оптимизации.

Под математической моделью любой реальной системы принято понимать совокупность соотношений, определяющих характеристики состояний системы в зависимости от начальных условий и времени [35].

В практике исследования производственно-экономических объектов применение модели может быть обусловлено различными целями, и в зависимости от целей строят ту или иную модель. Нередко при создании конечной математической модели сложного исследуемого объекта строят частные вспомогательные модели, отражающие определенные стороны объекта.

Для построения модели необходима система правил (принципов), позволяющих корректно осуществлять процесс построения. Общие принципы системного экономико-математического моделирования вытекают из общих принципов системного анализа [25, 26, 63]:

1. Принцип достаточности используемой информации.
2. Принцип инвариантности используемой информации.
3. Принцип преемственности модели.
4. Принцип эффективной реализуемости комплекса экономико-математических моделей.

Принцип достаточности используемой информации означает, что в каждой частной модели должна использоваться только та информация, которая известна

с требуемой для результатов моделирования точностью. Под известной информацией понимаются нормативные, справочные и другие данные о реальной производственной системе, имеющиеся к моменту моделирования, точность которых можно оценить.

Принцип инвариантности используемой информации требует, чтобы используемая в модели входная информация была независима от параметров моделируемой системы, которые еще неизвестны на данной стадии моделирования.

Суть принципа ответственности сводится к тому, чтобы каждая последующая модель не нарушала свойств объекта, установленных или отраженных в предыдущих моделях комплекса.

Принцип эффективной реализуемости. Необходимо, чтобы каждая частная модель могла быть реализована при помощи современных и характерных для каждого предприятия вычислительных систем. С другой стороны, требуется обеспечение соответствия точности исходных данных точности решения задачи и той точности результирующей информации, которая достаточна для практических целей.

При рассмотрении экономико-математических моделей оперируют следующими понятиями: критерий оптимальности, целевая функция, система ограничений, уравнения связи, решение модели.

Критерием оптимальности называется некоторый показатель, имеющий экономическое содержание, служащий формализацией конкретной цели управления и выражаемый при помощи целевой функции через факторы модели. Критерий оптимальности определяет смысловое содержание целевой функции.

Целевая функция математически связывает между собой факторы модели, и ее значение определяется значениями этих величин. Содержательный смысл целевой функции придает только критерий оптимальности.

При наличии нескольких критериев оптимальности каждый из них будет описываться своей частной целевой функцией.

Система ограничений определяет пределы, сужающие область осуществимых или допустимых решений и фиксирующие основные внешние и внутренние свойства объекта. Ограничения определяют область протекания процесса, пределы изменения параметров и характеристик объекта.

Уравнения связи являются математической формализацией системы ограничений. Различные по смыслу ограничения могут описываться одинаковыми уравнениями связи, а одно и то же ограничение в разных моделях может описываться разными уравнениями связи.

Общих способов построения математических моделей не существует, но можно условно разбить процесс на следующие основные этапы:

1. Определение границ объекта оптимизации.
2. Выбор управляемых переменных.
3. Определение ограничений на управляемые переменные.
4. Выбор критерия оптимизации.
5. Формулировка математической задачи.
6. Информационное обеспечение математической модели.

Требования к модели противоречивы. С одной стороны, она должна быть простой и понятной пользователю, с другой стороны – достаточно полной, т.е. в ней должны быть учтены важные факторы. Также она должна быть целенаправленной и надежной, в смысле гарантии от абсурдных результатов; удобная в управлении и в обращении; адекватной, т.е. позволяющей

переходить к новым исходным данным; совершенствуемой, допускающей изменения и доработки.

Важнейшие требования к модели – адекватность, которая может быть количественной и качественной. Количественная адекватность – это соответствие того или иного параметра в системе с той или иной степенью точности. Качественная адекватность – это вывод об изменении характеристик (рост, падение, резонанс и др.).

С понятием адекватности тесно связано понятие идентификации – это создание непротиворечивого массива данных и свойств модели, обеспечивающих достоверную имитацию выбранных характеристик системы.

Одной из наиболее важных процедур является анализ чувствительности модели. При этом, если чувствительность сильная по какому-либо параметру, то необходимо предпринять дополнительные усилия для уточнения этого параметра.

Математическая модель, даже адекватная реальному объекту и достаточно полно отражающая его свойства, может оказаться бесполезной для практического использования, если отсутствует необходимая информация о величинах, параметрах, переменных, входящих в модель. Поэтому необходимо, чтобы было информационное обеспечение модели.

Информация позволяет получить решение, как эффективнее и экономически выгоднее организовать производство товаров и услуг.

Знания и информация становятся стратегическими ресурсами, поскольку наряду с эмпирическим знанием и повседневным опытом в экономическую деятельность вовлекается систематизированное теоретическое знание. Признано, что факторами успеха в современном бизнесе являются: стратегия бизнеса, трудовые ресурсы и информационные системы [28].

Автоматизированные системы как связующее звено при выработке стратегии производства, управления играют значимую роль в успешной реализации стратегии предприятия в целом. Применение автоматизированных систем ориентировано на факторы, повышающие конкурентоспособность предприятия.

1.4. Выбор критериев оптимизации

В профессиональной деятельности выбор критериев часто определяется опытом, многолетней практикой. В большинстве задач выбора имеется достаточно много критериев оценок вариантов решений. Эти критерии могут быть независимыми или зависимыми. Зависимыми называются те критерии, при которых оценка решения по одному из них определяет (однозначно, либо с большой степенью вероятности) оценку по другому критерию.

Критерий должен быть всесторонним и измеримым, тогда им сможет воспользоваться лицо принимающее решение (*ЛПР*). Критерий является всесторонним, если *ЛПР*, зная значение критерия в определенной ситуации, полностью понимает, в какой степени достигается соответствующая цель. Критерий является измеримым, если он оказывается пригодным как для получения вероятностного распределения его возможных значений (или в особых случаях для определения его точного значения), так и для количественного описания степени предпочтений *ЛПР* различных возможных значений критерия. Таким образом, требование всестороннего характера критерия связано с оценкой

пригодности критерия с теоретических позиций: даст ли он ту информацию, которую от него хотели бы получить, независимо от того, возможно ли вообще ее получить. А измеримость связана с практической стороной дела и указывает на возможность получения необходимых количественных оценок.

Важным является вопрос соответствия проблеме выбранного набора целей и связанных с ними критериев. Для ответа на этот вопрос определяют пять свойств, которыми должен обладать выбираемый набор критериев [30].

Во всякой проблеме, связанной с принятием решения, важно, чтобы используемый набор критериев был полным – охватывал все важные аспекты проблемы, действенным – мог быть с пользой применен в анализе, разложимым – чтобы процесс оценки можно было упростить, разбив его на части, не избыточным – не дублировать учет различных аспектов последствий, и минимальным – чтобы размерность проблемы оставалась по возможности минимальной.

Полнота. Набор критериев является полным, если он способен показать степень достижения общей (глобальной) цели. Набор из n критериев полон, если, зная значение n -мерного векторного критерия, связанного с общей целью, **ЛПР** имеет полное представление о степени достижения общей цели.

Действенность (операциональность). Это связано с большим числом разнообразных факторов, в той или иной степени зависящих от предполагаемого использования анализа. Главное: поскольку смысл анализа решений – помочь **ЛПР** выбрать лучший курс действий, то и критерии должны служить этой цели. **ЛПР** должно понимать смысл критериев, а критерии должны быть такими, чтобы их можно было объяснить другим.

Разложимость. Формальный анализ решения требует, чтобы мы нашли количественное выражение как предпочтений **ЛПР** относительно возможных последствий, так и его суждений о неопределенных событиях. Иначе говоря, крайне желательно, чтобы рассматриваемые задачи могли быть подразделены на части с меньшей размерностью.

Неизбыточность. Критерии должны быть определены так, чтобы не дублировался учет одних и тех же аспектов возможных последствий. Чаще всего избыточность может вкрасться в набор критериев.

Минимальная размерность. Желательно, чтобы набор критериев оставался настолько малым, насколько это возможно, т.к. с ростом числа критериев возникают трудности получения совместного распределения вероятностей и квантификации многомерных предпочтений. В некоторых задачах возможно объединение критериев и, следовательно, уменьшение размерности.

Очевидно, что минимально возможное число критериев равно одному. Однако, простое сокращение критериев до одного не делает задачу более простой, так как она не будет в достаточной мере адекватно описывать действительность.

В общем случае, долгосрочной целью компании должно являться увеличение благосостояния ее владельцев при существующих ограничениях на максимальный размер требований, предоставляемых к бизнесу другими заинтересованными сторонами [22, 92]. В работе Егерова И.А. [22] представлено сравнение

целевых показателей, таких как выручка, прибыль, рентабельность активов и продаж, их временных рядов и стоимости бизнеса, и обоснована предпочтительность использования в качестве целевой функции стоимости бизнеса.

Существует ряд хорошо известных показателей, которые нацелены на увеличение стоимости бизнеса. Они относятся к области называемой управлением стоимостью (*Value-Based Management, VBM*). Для того чтобы управлять стоимостью компании, необходимо уметь ее измерять. В приложении к **VBM** это означает, что необходим инструмент, позволяющий оценить отдачу от инвестированного в компанию капитала. Таким образом, можно выделить основные факторы, влияющие на стоимость компании, которые обязательно должны учитываться в показателе, отражающем создание стоимости – затраты на собственный и заемный капитал и доходы, генерируемые существующими активами. В 80-х – 90-х годах появился целый ряд показателей, отражающих процесс создания стоимости. Наиболее известные из них – **EVA**, **MVA**, **SVA**, **CVA** и **CFROI** [29, 60].

Market Value Added (MVA)

По-видимому, **MVA** – самый очевидный критерий создания стоимости, рассматривающий в качестве последней рыночную капитализацию и рыночную стоимость долгов компании. **MVA** рассчитывается как разница между рыночной оценкой капитала и первоначально инвестированным в компанию капиталом.

С точки зрения теории корпоративных финансов **MVA** отражает дисконтированную стоимость всех настоящих и будущих инвестиций. Изначально этот показатель создавался для компаний, акции которых котируются на рынке, и вычисляется по формуле:

$$MVA = GCV - BV,$$

где

MVA – рыночная добавленная стоимость;

GCV – рыночная стоимость компании (*going concern value*);

BV – балансовая стоимость активов (*book value*).

Показатель, лежащий в основе системы **VBM**, должен не только отражать стоимость компании, но и показывать эффективность принятия решений на всех уровнях иерархии, а также служить инструментом мотивации. Показатель **MVA** не отвечает этому требованию, т.к. на рыночную капитализацию оказывают влияние многие факторы, часть из которых неподконтрольна менеджменту компании. Более того, если результаты работы компании будут оцениваться по данному показателю и мотивационные схемы будут также привязаны к нему, то это может привести к тому, что руководство будет принимать решения, оказывающие краткосрочное влияние на курсовую стоимость акций, но разрушающие стоимость в долгосрочной перспективе.

Economic Value Added (EVA)

Основанной в 1982 году Джоэлом Штерном (*Joel Stern*) и Джи Беннетом Стюартом (*G. Bennett Stewart*) консалтинговой компании *Stern Stewart & Co.* принадлежит торговая марка **EVA** (*Economic Value Added*), обозначающая «экономическую добавленную стоимость». Экономическая добавленная стоимость считается более адекватным измерителем успешности бизнеса по сравнению с традиционными показателями, та-

кими как *ROI*, *IRR* и другие. Подход к измерению результатов экономической деятельности с использованием этого показателя очень быстро завоевал популярность в финансовом мире: в частности, более 300 компаний по всему миру, а также такие крупные инвестиционные банки, как Goldman Sachs и Credit Suisse First Boston используют *EVA* как основной инструмент оценки. В России тоже есть компании, которые используют *EVA* – например, страховая компания «РОСНО» начала использовать данный показатель после ее приобретения немецкой группой Allianz [29].

Данный показатель сочетает простоту расчета и возможность определения стоимости компании, а также позволяет оценивать эффективность как предприятия в целом, так и отдельных подразделений. *EVA* является индикатором качества управленческих решений: постоянная положительная величина этого показателя свидетельствует об увеличении стоимости компании, тогда как отрицательная – о ее снижении.

EVA вычисляется по следующей формуле:

$$EVA = NOPAT - WACC \cdot C,$$

где

NOPAT – чистая операционная прибыль за вычетом налогов, но до выплаты процентов (*Net Operating Profits After Taxes*);

WACC – средневзвешенная цена капитала;

C – сумма работающего капитала.

Согласно теории Стюарта, рыночная добавленная стоимость показывает, насколько компания прибавила в цене или потеряла из инвестиций акционеров. Успешные фирмы, увеличивая *MVA*, повышают рыночную стоимость инвестированного капитала, а неуспешные понижают.

$$MVA = BA + DEVA$$

где

DEVA – дисконтированная стоимость всех будущих *EVA* (*discounted EVA*).

В принципе, *EVA* идентична категории остаточного дохода (*Residual Income – RI*), которая была известна в течение многих десятилетий. Важным отличием является то, что при расчете *EVA* вносятся многочисленные поправки к бухгалтерской отчетности. *EVA* устраняет существующие в традиционной бухгалтерской отчетности искажения путем внесения более 150 поправок. В основном указанные поправки вносятся для нивелирования общей направленности традиционной бухгалтерской отчетности на интересы кредитора. Большое количество и сложность поправок делают этот критерий плохо пригодным для использования в системе мониторинга стоимости.

Исходя из приведенной выше формулы расчета показателя *EVA*, можно сделать выводы о возможных путях улучшения значения данного показателя:

- увеличение доходов, генерируемых вложенными средствами. Данный результат может достигаться различными путями – через управление издержками, повышение эффективности бизнес-процессов посредством реинжиниринга и т.д.;
- путем расширения, т.е. инвестирования средств в проекты, рентабельность которых превышает затраты на капитал, вовлеченный в реализацию проекта;
- повышение эффективности управления активами, а именно: продажа непрофильных и убыточных активов, сокращение сроков оборачиваемости дебиторской задолженности и запасов и т.д.;

- управление структурой капитала.

В связи с рассматриваемым показателем закономерно возникает вопрос, который в большинстве случаев авторы обходят стороной: следует ли из увеличения *EVA* за какой-либо период, что стоимость фирмы также возрастает? Стоимость компании можно представить в виде суммы инвестированного капитала, дисконтированной *EVA* от существующих проектов и дисконтированной *EVA* от будущих инвестиций. Из указанной структуры стоимости следует, что увеличение *EVA* за рассматриваемый период может привести к снижению стоимости компании.

Так увеличение *EVA* в рассматриваемом периоде может быть связано с возрастанием риска, что выразится в будущей стоимости капитала (как собственного, так и заемного). Настоящая стоимость всех будущих *EVA* может уменьшаться, даже при росте *EVA* в одном из периодов.

Таким образом, подход к построению системы *VBM* на основе показателя *EVA* не полностью устраняет недостатки и ограничения, указанные при рассмотрении показателя *MVA*. С этой точки зрения более привлекательными выглядят показатели, учитывающие будущие денежные потоки.

Shareholder Value Added (SVA)

В 1986 году вышла книга профессора бизнес-школы J.L. Kellogg университета Northwestern Альфреда Рапппорта (*Alfred Rappaport*) *Creating Shareholder Value («Создание акционерной стоимости»)* [104]. Рапппорт А. внес большой вклад в популяризацию идеи управления компанией с целью максимизации ее стоимости. Книга быстро стала популярной, была впоследствии переиздана, а у самого подхода, предложенного Рапппортом, нашлось много последователей, дополнивших его своими исследованиями и применившие на практике его подход. Альфред Рапппорт является главным разработчиком т.н. *Shareholder Value Scoreboard*, т.е. системы показателей акционерной стоимости компаний, который ежегодно публикуется *Wall Street Journal* [29].

Суть концепции – достижение необходимого уровня доходности, чтобы оправдать произведенные акционерами инвестиции. Существует тесная зависимость между *SVA* и курсом акций. Многие компании рассматривают увеличение показателя *SVA* как индикатор роста поступлений и повышения эффективности использования капитала. В настоящее время *SVA* начинает широко применяться не только в производстве, но и в других отраслях, например, сфере финансовых услуг. Исчисление *SVA* может носить комплексный характер; в упрощенном виде формула выглядит следующим образом:

$$SVA = CBNI - CC,$$

где

CBNI – чистый кассовый доход (*cash basis net income*);

CC – расход капитала (*capital charge*)

Изначально, показатель *SVA* определялся как приращение между двумя показателями – стоимостью акционерного капитала после некоторой операции и стоимостью того же капитала до этой операции. Нередко встречается иная трактовка: *SVA* – это приращение между расчетной стоимостью акционерного капитала и балансовой стоимостью акционерного капи-

тала. Несмотря на существенные различия этих двух подходов между ними есть общее – для определения **SVA** необходимо определить рыночную стоимость акционерного капитала. Для этого используются широко известные методы оценки стоимости компании путем дисконтирования денежных потоков. В упрощенном виде данная процедура включает следующие этапы:

1. Определяются потоки денежных средств в пределах горизонта планирования.
2. Определяется ставка дисконтирования. За последнюю принимается средневзвешенная цена капитала (**WACC**) в случае учета денежных потоков всем владельцам капитала или стоимость собственного капитала в случае учета денежных потоков, принадлежащих на владельцев акционерного капитала. Определяется сумма дисконтированных денежных потоков в пределах горизонта планирования.
3. Определяется терминальная стоимость (стоимость завершающего денежного потока, *terminal value*), т.е. дисконтированная стоимость денежных потоков за пределами горизонта планирования.
4. Определяется суммарная дисконтированная стоимость денежных потоков. Данная величина и принимается в качестве стоимости всего капитала компании (в случае, если в расчет брались денежные потоки всем владельцам капитала) или в качестве стоимости непосредственно акционерного капитала (в случае, если учитывались денежные потоки владельцам акционерного капитала). В первом случае для получения стоимости акционерного капитала необходимо будет определить расчетную стоимость долговых инструментов и вычесть ее из суммарной стоимости компании.
5. В заключение к полученной величине (стоимости акционерного капитала фирмы) применяется ряд корректировок – например, прибавляется стоимость нефункционирующих активов, т.к. предполагается, что оценка приведенных денежных потоков определяет стоимость только функционирующих активов. При этом под нефункционирующими активами понимаются активы, не используемые в основной деятельности (например, денежные средства, превышающие сумму, необходимую для обслуживания текущих потребностей, и предназначенные для поглощения другой компании).

Непосредственный расчет **SVA** :

SVA = расчетная стоимость акционерного капитала (итог пункта 5) – балансовая стоимость акционерного капитала.

Основным недостатком данной модели является трудоемкость расчетов и сложности, связанные с прогнозированием денежных потоков.

Cash Flow Return on Investment (CFROI).

Разработанный в 90-х годах XX века Бостонской консалтинговой группой (**BCG**) в целях повышения инвестиционной привлекательности и благосостояния акционеров компании рассматриваемый показатель известен под названием **CFROI** (*Cash Flow Return on Investment* — доходность инвестиций, полученная на основе потока денежных средств) [85, 99, 100].

Одним из недостатков показателя **EVA**, рассмотренного выше, является игнорирование денежных потоков. Данный недостаток устраняется при расчете показателя **CFROI** :

CFROI = ACIF / ACOF,

где

ACIF – скорректированные денежные притоки (*cash in*);

ACOF – скорректированные денежные оттоки (*cash out*).

Другим преимуществом данного показателя по сравнению с **EVA** является тот факт, что как денежные потоки, генерируемые существующими и будущими активами, так и первоначальные инвестиции выражаются в текущих ценах, т.е. учитывается фактор инфляции.

Для расчета показателя **CFROI** необходимо выполнить следующие действия:

- выявить денежные притоки в течение экономического срока службы активов. Данный срок рассчитывается как отношение суммарной стоимости активов к амортизационным отчислениям;
- рассчитать величину суммарных активов, которая и будет выступать в качестве оттока денежных средств;
- скорректировать как оттоки, так и притоки на коэффициенты инфляции, т.е. привести к текущим ценам;
- внести ряд поправок в расчетные величины (денежные потоки, суммарные активы) для нивелирования различных искажений, вызываемых учетными принципами. Так, например, для расчета денежных притоков чистый доход корректируется на суммы амортизации, проценты по заемному капиталу, выплаты по договорам лизинга и т.д. Балансовая стоимость активов корректируется на суммы накопленной амортизации, стоимость имущества, полученного по договорам лизинга и т.д.;
- рассчитать **CFROI** как ставку, при которой суммарные денежные оттоки будут равны суммарным денежным притокам.

Если показатель **CFROI** превышает требуемый инвесторами средний уровень, то компания создает стоимость и наоборот, если **CFROI** ниже требуемой доходности, то стоимость компании будет снижаться.

Одним из главных недостатков рассмотренного показателя является то, что результат выражается не в сумме созданной (или разрушенной) стоимости, а в виде относительного показателя. Данный факт может служить препятствием при внедрении на предприятии системы **VBM**, так как для некоторых нефинансовых менеджеров интерпретация данного показателя может не быть столь же ясной, как, например, **EVA**.

Другим недостатком этого показателя является сложность его расчета, так как для этого необходимо идентифицировать все денежные потоки, генерируемые как существующими, так и будущими активами.

Cash Value Added (CVA).

Другое название показателя **Residual Cash Flow (RCF)**. В числе преимуществ этого показателя можно назвать:

- в качестве отдачи от инвестированного капитала используется потоковый показатель – денежные потоки (*cash flows*);
- в явном виде, в отличие от показателя **CFROI**, учитываются затраты на привлечение и обслуживание капитала из разных источников, т.е. средневзвешенная цена капитала.

В основе данного показателя лежит концепция остаточного дохода (*residual income*) и формула его расчета имеет следующий вид:

RCF = AOCF – WACC · TA,

где

AOCF – скорректированный операционный денежный поток (*Adjusted Operating Cash Flows*);

WACC – средневзвешенная цена капитала;

TA – суммарные скорректированные активы.

Корректировки, вносимые при расчете указанных величин аналогичны тем, которые делаются при расчете **EVA**.

Каждый из рассмотренных показателей, нацеленных на управление стоимостью, имеет свои ограничения и

недостатки. Ряд авторов предлагают использовать комбинации нескольких показателей. Но если просто механически взять некую комбинацию нескольких показателей – это не принесет пользы, поскольку данные показатели не являются независимыми друг от друга, и, кроме того, у менеджеров не будет правил, которыми они могли бы пользоваться для отбора на множествах недоминируемых комбинаций значений показателей. Целенаправленное управление требует единого критерия, на основе которого строится и оценка эффективности управления компанией, и система мотивации.

Использование указанных показателей для системы мониторинга стоимости малоэффективно, поскольку расчет показателей затруднителен, как правило, занимает много времени, показатели понятны лишь лицам со специальным образованием. Использование же указанных показателей в качестве критерия в оптимизационных задачах представляется практически невозможным в виду их невысокой формализованности, что практически исключает автоматический машинный расчет значений показателей.

1.5. Модели оптимизации производственной программы

Оптимальное управление компанией в долгосрочной перспективе требует эффективного управления оперативной деятельностью. Основной характеристикой оперативной деятельности производственного предприятия является производственная программа, следовательно, задачу эффективного управления оперативной деятельности иначе можно сформулировать как задачу оптимального планирования производственной программы.

Задачи оптимизации в современном мире возникают повсюду: в естественных и гуманитарных науках, в технике и хозяйственной деятельности. Благодаря этому последние достижения теории оптимизации, особенно в математическом программировании, находят многие важные области применения и обещают стать еще более широко используемыми в будущем.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам совершенствования планирования, экономического анализа и управления экономикой. Необходимость такого совершенствования определяется ростом масштабов производства, усложнением экономических и производственных связей. Той же цели служит совершенствование экономической теории и практики, перестройка их на базе использования математических методов и вычислительной техники.

Предметом исследования математической экономики являются математические модели, порожденные и связанные с определенными экономическими объектами и проблемами [45]. В условиях рыночных отношений центр экономической деятельности перемещается к основному звену всей экономики – предприятию. Каждое предприятие самостоятельно принимает решение в части того, что, сколько и как производить, где и как реализовывать свою продукцию и как распределять полученный доход. Формирование производственной программы – многовариантная задача, от оптимального решения которой во многом зависят конечные результаты работы предприятия.

Под оптимальной производственной программой понимается программа, обеспеченная сбытом, в наибольшей степени соответствующая структуре ресур-

сов предприятия и обеспечивающая наилучшие результаты по принятому критерию [65].

Качество производственной программы самым существенным образом зависит от принятой системы решений – при удачном ее выборе при меньших затратах может быть достигнут больший эффект.

Расчет оптимальной производственной программы – это задача оптимального оперативного управления. В данном случае речь идет о составлении плана выпуска изделий на сравнительно краткий промежуток времени в условиях условно-постоянных факторов – используемых производственных процессах, ресурсах, средств производства, требования к продукции. Решение задачи зависит от ряда факторов, определяемых как структурой и характеристиками производства, так и ограничениями, поступающими от пользователя.

Наиболее популярной среди специалистов по экономико-математическому моделированию и многих экономистов является оптимизационная модель, впервые сформулированная и исследованная академиком Л.В. Канторовичем, который назвал ее «основной задачей производственного планирования» [27]. В ней впервые вводилось понятие технологического способа, описываемого вектором, «положительные компоненты которого указывают объем производства при однократном применении данного способа, отрицательные компоненты означают затраты».

Канторович Л.В. сформулировал важнейшие элементы моделей, которые могут быть построены на базе основной задачи производственного планирования. Основные из них – продукты, фонды, труд и технологические способы. Продукты в экономико-математическом моделировании соответствуют конкретным предметам и результатам труда. Как правило, используются шесть подмножеств продуктов: выпускаемые (производимые) и затрачиваемые (потребляемые), основные и побочные, а также эндогенные и экзогенные. Под выпускаемыми (производимыми) понимаются результаты труда, под затрачиваемыми (потребляемыми) – предметы труда, потребление которых происходит однократно и полностью.

Разделение продуктов на основные и побочные вытекает из понятия технологического способа. Технологический способ отражает реальный технологический процесс в виде вектора-столбца, элементами которого являются технологические коэффициенты. Технологический коэффициент – это некоторый объем продукта или ресурса, который выпускается или затрачивается в данном технологическом способе, а, следовательно, и в отображаемом технологическом процессе. Технологический способ может быть простым или составным. При простом способе выпускается только один продукт, в составном – два и более. Один из выпускаемых продуктов составного способа принимается в качестве основного, все остальные называются побочными. Один и тот же продукт может производиться различными технологическими способами. При этом в одних способах он может быть основным, в других – побочным.

Типовыми оптимизационными моделями планирования являются модели для расчета оптимального плана, распределения производственной программы по календарным периодам, оптимальной загрузки оборудования [46].

Вопросы нахождения оптимального плана играют особую роль. С его помощью может быть достигнуто наиболее полное и эффективное использование имеющихся и выделенных для производства ресурсов, обеспечивающее максимальный выпуск продукции. Этой проблеме уделяется большое внимание в работе [19]. Поэтому в экономике из математических методов наибольшее значение получили методы нахождения наилучшего, оптимального решения.

Прежде всего, в планировании можно выделить задачи оперативного управления. Речь идет о составлении плана на сравнительно краткий промежуток времени при определенных, более или менее неизменных условиях – используемых производственных процессах, ресурсах, средствах производства, требованиях к продукции.

Далее в оперативном управлении выделяется задача составления плана некоторого отдельного хозяйственного подразделения. Экономика такого подразделения является незамкнутой, ее функционирование рассчитано на получение сырья, материалов извне и выдачу продукции внешним потребителям. В [8, 10, 13, 44, 52] авторами изложены различные постановки задачи о составлении оптимального плана в общем виде, с учетом влияния различных факторов и рассмотрением связей внутри системы.

Значительное число предприятий характеризуется непрерывными технологическими процессами, при которых оборудование выпускает однородную продукцию в течение всего периода эксплуатации. Основное производство предприятия представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных подразделений (отделов, цехов, производств). Каждое такое подразделение имеет сложную структуру, определяемую работой оборудования, потоком полуфабрикатов, получаемых от других подразделений и возможностью других подразделений потребить выпущенный продукт.

Различные варианты структур предприятий описаны авторами в работах [40] и [68]. В работе Цодикова Ю.М. [68] представлена общая итерационная процедура планирования, характерная для крупных предприятий химии и предприятий по производству минеральных удобрений. Эти предприятия отличаются большим числом единиц основного оборудования.

Оптимальное планирование и управление сложным комплексом производства непрерывного типа в основном сложилось как направление научной деятельности в начале второй половины 70-х годов. Работы последних лет, как правило, ориентированы на детализацию и практическую реализацию основных положений этого направления. В работе [54] рассмотрена модель предприятия машиностроительной промышленности, имеющего сложную производственную программу. Подробно описаны все подразделения предприятия, связи между ними. Получены практические результаты, основанные на реальных данных: динамика рентабельности фондов, оптимальный объем производства изделий и др.

Под задачей оптимального текущего планирования понимается расчет оптимальной производственной программы. Решение задачи зависит от ряда факторов, определяемых как структурой и характеристиками производства, так и ограничениями, поступающими от пользователя [56]. Основным из этих факторов являются: технологическая схема предприятия, соотношения по-

токов сырья и готовой продукции, энергозатраты, производственная мощность подразделений предприятия и допустимая степень ее использования, заказ, ограничения на ресурсы сырья и энергии (лимиты).

При решении задач оптимального планирования приходится сталкиваться с ситуацией, когда связи между различными частями системы обладают резко различной интенсивностью. Это обстоятельство было отмечено в работах [39], [59], где были рассмотрены специальные алгоритмы для решения задач оптимального планирования. В работе Соколицына А.С. [59] предлагается на каждом шаге корректировать себестоимость продукции и его цену. В работе [66] Федоренко Н.П. предложил некоторые модификации методов, изложенных в [39], которые существенно упрощают схему расчета.

Одной из основных задач, возникающих при создании автоматизированных систем управления производством (АСУП), является разработка принципов функционирования подсистемы оптимального планирования и управления основным производством. Указанной проблеме уделяется большое внимание в работе [17]. Автор А.А. Доля рассматривает структуру и линейную модель промышленного объекта с непрерывным характером производства на примере предприятия нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Предлагается алгоритм оптимального основного производства, в котором исходная задача разбивается на ряд задач линейного программирования небольшой размерности. Это позволяет осуществить производственный анализ и использовать промежуточные результаты.

Автором Базилевичем А.А. [3] поставлена и решена задача нахождения оптимальной производственной программы на основе статистических данных о работе сталепрокатного цеха. В работе рассмотрены производственные связи между участками цеха с целью получения максимального комплексного отпуска отливок.

В работах [1, 4, 5, 21, 24, 58, 64, 73] авторами также предложены различные модели предприятий с учетом их производственных характеристик.

Модели управления производственными системами отличаются высокой сложностью. Их большая размерность связана с необходимостью получения оптимального плана в натуральных показателях конкретной номенклатуры изделий для коротких плановых периодов.

Основой оперативного планирования производства является система оперативно-плановых расчетов. Анализ литературы по оперативному планированию производства показывает, что наибольшее число разработок относится к методам составления внутрицеховых оперативных планов изготовления деталей и узлов. По мнению Блем А.Г. и Блем И.Н. [7] именно эти расчеты реже всего используются на практике. Приведенные ими математические модели межцехового оперативного планирования учитывают цикл изготовления и имеющиеся остатки деталей и узлов.

В книге Дончака Л.Я. и Романовского М.В. [18] хорошо представлено доминировавшее в командно-административной экономике направление в целеполагании для оптимизационных задач, рассмотрен анализ результатов решения задачи оптимального планирования при различных локальных критериях: максимум чистой прибыли, максимум товарной продукции, минимум затрат.

1.6. Многокритериальная оптимизация

В век информатики практически любая серьезная задача оценивается более чем одним критерием. Руководители в значительно большей степени, чем раньше ощущают необходимость оценивать альтернативные решения с точки зрения нескольких критериев.

В качестве основного критерия эффективности при выработке оптимальной производственной программы обычно избираются конечные результаты производства, например, в качестве экономических критериев принимают минимальную себестоимость, размер прибыли, а в качестве технико-экономического критерия – максимальную производительность (объем производства).

Методы принятия решений, основанные на признании наличия многих частных критериев, образуют одно из направлений теории принятия решений – так называемые многокритериальные методы принятия решений.

Большинство многокритериальных методов принятия решений основываются на представлении о существовании лица, принимающего решения (*ЛПР*), т.е. человека, субъективные интересы которого служат основой соизмерения различных частных критериев.

Существуют различные способы вовлечения *ЛПР* в процесс принятия решений, на основе которых строятся различные многокритериальные методы принятия решений. Эти методы принято разбивать на три группы:

- основанные на выявлении предпочтений *ЛПР* и построении единственного критерия качества решения до рассмотрения конкретных альтернатив;
- диалоговые итерационные человеко-машинные процедуры, состоящие в последовательном анализе возможных решений с постепенным выявлением предпочтений *ЛПР* и переходом к более предпочтительному решению;
- основанные на предварительном выделении множества не улучшаемых (эффективных) решений и на представлении этого множества *ЛПР*.

Впервые проблема оптимизации при многих критериях была сформулирована итальянским экономистом Парето в 1896 г. при математическом исследовании товарного обмена. В дальнейшем интерес к проблеме векторной оптимизации усилился в связи с разработкой и широким использованием вычислительной техники.

Ранее, при исследовании проблемы многокритериальности, часто все критерии, кроме одного, выбранного доминирующим, принимались в качестве ограничений, оптимизация проводилась по доминирующему критерию [38, 74]. Такой подход к решению практических задач значительно снижает эффективность принимаемых решений. В связи с этим возникла потребность разработки специальных методов решения задач оптимизации при многих критериях. В настоящее время существует достаточно большое количество подходов к решению таких задач, которые учитывают особенности самой задачи, предпочтения пользователя (лица принимающего решения) и другие характеристики [36, 37].

Сейчас многокритериальные методы представляют собой бурно развивающуюся область исследования операций. Методам многокритериальной оптимизации посвящены работы [11, 23, 37, 42, 48, 50, 53, 57, 58, 72]. Важная особенность книги Р. Штойера [72] состоит в ее практической направленности, в рассмотрении вычислительных аспектов многокритериальных методов. Из книг, изданных в СССР, следует отметить [19, 41, 49], посвященных в основном теоретическим аспектам проблемы.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

2.1. Целевая функция долгосрочного планирования

Предприятие – являющийся юридическим лицом самостоятельным хозяйствующим субъектом, созданный для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли [75].

Управление стоимостью компании – это новое направление в управлении отечественными предприятиями, появление которого обусловлено интересами их собственников. Для последних стоимость предприятия является единственным критерием оценки его финансового благополучия, которое дает комплексное представление об эффективности управления бизнесом. За рубежом управленческая концепция повышения стоимости бизнеса относится к числу инновационных.

Стремление компаний выигрывать в конкурентной борьбе вынуждает их искать новые решения для оптимизации бизнеса, внедрять информационные системы управления, снижать вероятности неверных управленческих решений. Эта работа требует априорного определения и формализации компанией целей своей деятельности. В период нестабильности будущего человеку свойственно опираться при принятии решений больше на интуицию и опыт, чем на детальный анализ происходящего и долгосрочный прогноз. В постоянно изменяющемся окружении не может быть готовых рецептов. Когда положение в стране приобретает все большую определенность и появляется возможность среднесрочного и долгосрочного планирования, подход, основанный на интуиции и опыте, не оправдывает себя и зачастую приводит к неэффективному управлению.

Поскольку инвестиционная составляющая является одной из наиболее важных компонент стратегии развития предприятия, то невозможно проводить системный инвестиционный анализ в отрыве от стратегических целей компании. При попытках формализации целей компании для автоматизированных систем оптимизации инвестиционного и стратегического плановых процессов возникает проблема построения целевой функции. Можно выделить два аспекта данной проблемы.

Первый аспект: информационная технология генерирует все больше данных по мере выполнения компанией своей деятельности и позволяет собирать и получать информацию, которая была прежде недоступной. Эта технология оставляет также простор для более разностороннего анализа и использования расширенных данных. Но повсеместное распространение информационной технологии ставит серьезную проблему перед исполнителями – слишком много информации. Эта проблема создает новые формы применения информационной технологии для них – накопление и анализ потоков информации. Рассмотрение данного аспекта приводит к созданию автоматизированных систем планирования.

Второй, но не по важности, аспект заключается в концептуальной схеме построения целевой функции. «Высшее руководство хорошо знает, что многие его стратегические решения связаны с целой совокупностью противоречивых целей, и потому просто неверно полагать, что «с качественной» точки зрения решения

в бизнесе просты, так как целевая функция кристально ясна» [30, с. 18].

Если рассматривать вопрос выбора цели в инвестиционном проектировании на предприятии, то можно отметить, что обычно в практике инвестиционного планирования используется следующий подход. Рассматривается три варианта развития событий: пессимистический, наиболее вероятный и оптимистический. Для каждого из вариантов производятся оценки критериев эффективности инвестиционных проектов, как, например, регламентируется в Методических рекомендациях [43]. На основании этих оценок принимается решение о том или ином распределении капитала и о величине вложений вообще. Как правило, есть некий основной критерий, это может быть NPV (*Net Present Value*) или MIRR (*Modified Internal Rate of Return*), который имеет решающее значение, а остальные критерии должны находиться на приемлемых уровнях. Наибольший недостаток этого подхода в контексте инвестиционного планирования на предприятии состоит в его «проектности», т.е. рассматривается эффективность реализации проекта в отрыве от состояния системы – компании в целом. Например, для предприятия агропромышленного комплекса проекты использования в производстве химикатов могут быть весьма привлекательными, если не учитывать, что потребители продукции в связи с применением предприятием химикатов даже в отдельных производствах пересмотрят свое отношение к продукции предприятия в целом и пострадать может бизнес в целом. При использовании такого подхода расчеты априори будут стремиться к таким проектам, которые будут полностью реализовываться в расчетный период и будет возникать ситуация, когда ресурсы компании будут брошены на получение больших результатов за расчетный период по проекту, не заботясь о состоянии компании к концу этого срока. Это подход качественно не далек от того, когда формулируется целевая функция предприятия как «получение прибыли». При долгосрочном планировании необходимо рассматривать проекты в контексте пользы для компании в целом в долгосрочной перспективе.

Для значительной части «западных» компаний решение могло бы прозвучать как «создание биржевой стоимости акций». Но, данный подход мало применим в настоящее время для российских компаний. Российский фондовый рынок не сформировался в достаточной для этих задач степени, и при отсутствии значительных объемов торгов не позволяет судить о стоимости подавляющего большинства компаний на основании единичных сделок. Кроме того, далеко не все компании созрели для вывода своих акций в торговые системы. Следует также указать на то, что в ходе научно-практических обсуждений зачастую сходятся во мнении, что тема управления в интересах собственника (*Shareholder Value Management*) для России пока достаточно далека, хотя во многих случаях элементы управления в интересах собственника применяются, особенно там, где главные акционеры активно участвуют в управлении компанией и занимают высшие управленческие посты. Но все эти трудности не отвергают разумности и возможности идеи такого целеполагания. В работе И.А. Егеревы [22] рассматриваются различные возможные критерии оценки близости текущего состояния бизнеса к его целевому состоянию. Приведенные критерии, их сравнения и доказа-

тельства указывают на предпочтительность использования стоимости бизнеса в качестве целевой функции. Нами предлагается взять тезис увеличения рыночной стоимости бизнеса в качестве целевой функции, но при этом использовать подход, отличный от определения рыночной капитализации на основе биржевых котировок акций. В качестве базовой идеи можно использовать выражение М. Портера [51]: «Ценность компании измеряется той стоимостью, которую покупатели готовы заплатить за ее товары и услуги».

Согласившись на этот критерий, следует рассмотреть другую сторону такого целеполагания – социальную. Как отмечает М. Дженсен (*Jensen M.*) [92] 200 лет исследований в области экономики и финансов указывают на то, что социальное благосостояние максимизируется, когда все фирмы в экономике стремятся максимизировать свою собственную рыночную стоимость. Справедливости ради, надо указать и на такие обстоятельства, при которых критерий максимизации стоимости не максимизирует социальное благосостояние. Это случаи существования монополий и «экстерналий» (*externalities*). Как указывается [92], хотя существует много целевых функций, которыми могут руководствоваться менеджеры компаний в своих решениях, максимизация стоимости важна, поскольку в наибольшей степени удовлетворяет максимизации общественного благосостояния.

Кроме того, данный подход позволяет решить проблему многомерности. Логически невозможно проводить максимизацию в более чем одном измерении при наличии противоречивых целей, целенаправленное поведение требует скалярной целевой функции. Относительно стратегических целей А. Томпсон и А. Стрикленд отмечают [62]: «компания, которая постоянно упускает возможности упрочнения своих конкурентных позиций в долгосрочной перспективе (вместо этого делая выбор в пользу немедленного улучшения финансовых показателей) рискует подорвать свою конкурентоспособность, лишаясь движущей силы на рынке, потеряв способность противостоять своим более честолюбивым конкурентам. Риск особенно велик, когда конкуренты компании нацелены на рост и придают большее значение достижению лидерства в отрасли в долгосрочной перспективе, чем текущим прибылям».

Как противоположность, можно обозначить теорию заинтересованных сторон (*stakeholders theory*), утверждающую, что менеджеры должны принимать решения, учитывая интересы всех заинтересованных сторон компании. Сторонники теории заинтересованных сторон отказываются определить, каким образом приходиться к компромиссу между заинтересованными сторонами, и, тем самым, оставляют менеджеров с теорией, которая делает невозможным для них принимать целенаправленные решения. В отсутствии таковых правил, теория заинтересованных сторон делает менеджеров неподотчетными.

Компания не может максимизировать свою стоимость, если она игнорирует интересы своих заинтересованных сторон. Необходимо сочетание этих двух подходов – принятие максимизации долгосрочной рыночной стоимости фирмы как критерия для принятия компромиссов между заинтересованными сторонами.

В настоящее время велик интерес к управленческим эквивалентам теории заинтересованных сторон, примером которых может служить Сбалансированная система

показателей (*Balanced Scorecard, BSC*). Этому инструменту также присущ вышеобозначенный недостаток теории. Хотя разработчики инструмента Р. Каплан и Д. Нортон [93] указывают на то, что все цели компании в итоге выливаются в финансовые и строят стратегическую карту, описывающую эти связи, они не доводят этот тезис до построения скалярной функции.

2.2. Управленческие эквиваленты теории заинтересованных сторон

В настоящее время появился целый ряд инструментов – управленческих эквивалентов теории заинтересованных сторон. В качестве наиболее популярных можно назвать Сбалансированную систему показателей и Performance Prism. Остановившись подробно на каждом из них не имеет смысла, интерес представляет рассмотрение только некоторых аспектов одного из них – Сбалансированной системы показателей, и выделение некоторых важных моментов в контексте данного исследования.

Основным недостатком показателей, используемых в практике управления предприятием, является их денежное выражение, что не позволяет раскрыть ряд важных аспектов работы. В 1990 году профессором Harvard Business School Р. Капланом и консультантом исследовательского подразделения компании KPMG Д. Нортон было проведено исследование действия систем измерения результатов хозяйственной деятельности двенадцати крупных компаний. Эти компании хотели расширить свои измерительные системы путем включения показателей немонетарного характера, что позволило бы увеличить информативные возможности. Итогом исследований явилась формулировка концепции Сбалансированной системы показателей [93].

Указанная система направлена, прежде всего, на увязку показателей в денежном выражении с операционными измерителями таких аспектов деятельности предприятия, как удовлетворенность клиента, внутрифирменные хозяйственные процессы, инновационная активность, меры по улучшению финансовых результатов. Таким образом, она призвана дать ответы на четыре важнейших для предприятия вопроса [67]:

- как его оценивают клиенты;
- какие процессы могут обеспечить ему исключительное положение;
- каким образом можно добиться дальнейшего улучшения положения;
- как оценивают предприятие акционеры.

В рамках организационной иерархии Сбалансированная система показателей реализуется в направлении сверху вниз (считается, что система должна начинать работать на уровне всего предприятия, а затем спускаться на уровни хозяйственных подразделений и даже отдельных сотрудников компании).

Важными преимуществами этого инструмента в контексте данного исследования являются:

- увязка оперативного управления и стратегического менеджмента достигается с помощью многоаспектного и практического метода;
- четыре основных аспекта образуют всеохватывающую систему для «проводки» сверху вниз стратегии предприятия по всем его иерархическим уровням;
- эта концепция удачно интегрируется с системой контроллинга и хорошо увязывается с методами управления, нацеленными на повышение стоимости предприятия.

В свете данного исследования наибольший интерес представляет следующий момент. Наиболее важным искусством в бизнесе является способность переводить стратегию в действия. Это тем сложнее, чем больше и сложнее организация и расстояния от тех, кто формулирует стратегию до тех, кто ее воплощает – значительно. Большинство систем управления (*Performance Management Systems*) созданы вокруг годовых бюджетов и операционных планов, они диктуют краткосрочное, тактическое поведение.

Необходимо выстраивать организацию вокруг ее стратегии, нужно, чтобы стратегия пронизывала все уровни и все виды деятельности предприятия. В обзоре, проведенном Renaissance Worldwide и CFO Magazine среди 200 крупнейших западных компаний, подчеркивались следующие недостатки традиционных систем оценки:

1. Видение и стратегия не обеспечивают руководства к действию. Менее 40% менеджеров среднего звена и 5% сотрудников более низкого уровня четко понимают видение и действуют на основании стратегии.
2. Задачи, достижения и инициативы сотрудников не связаны со стратегией. Как правило, они устанавливаются с годовым финансовым планом. Только 50% высших руководителей, 20% менеджеров среднего звена и 10% сотрудников низшего уровня осуществляют свои действия и используют системы поощрения, ориентированные на исполнение стратегии.
3. Распределение ресурсов не связано со стратегией. Только 43% компаний имеют стратегии четко связанные с годовым бюджетом.
4. Обратная связь имеет тактический характер. Системы оценки ориентированы на контроль краткосрочной операционной эффективности, а не долгосрочной стратегии. В среднем 45% менеджеров не тратят ни минуты времени на обсуждение и принятие стратегических решений, 85% команд управленцев тратят менее одного часа в месяц.

Краткое, тезисное изложение стратегии и «спуск» этой стратегии вниз по иерархии путем составления систем показателей, менеджеров и т.д. в единстве с системой поощрений способны выстроить компанию вокруг единой ясной и достаточно простой стратегии. Как отмечал Питер Сенге (*Peter Senge*) [105]: «Распределение ролей является необходимым условием для того, чтобы мотивированные сотрудники усилили компанию в целом».

2.3. Общая процедура построения целевой функции долгосрочного планирования

В данном разделе изложены основные моменты предлагаемой нами процедуры построения целевой функции с использованием Сбалансированной системы показателей и многокритериальной теории полезности.

Во-первых, проводится интервьюирование высших управленцев компании. Первоначальное интервьюирование имеет целью составление системы целей, подбор показателей и их конкретные значения. В случае невозможности квантификации и измерения каких-либо показателей принимаются решения об их исключении из рассмотрения и компенсации их другими показателями. Нами проводилось построение целевой функции на предприятии ООО «Фрахт Упак», на примере которого и будет иллюстрироваться последующий материал. В результате система показателей приобретает вид, который можно представить стандартной таблицей *BSC*, подобной табл. 2.1. Основное отличие только в том, что вместо конкретных значений

показателей определяются разумные диапазоны изменения показателей, которые могут быть получены в течение рассматриваемого периода.

Цели, указанные в табл. 2.1 связаны между собой причинно-следственными связями. В методе **BSC** принято отображать эти связи в виде, так называемой, стратегической карты.

Таблица 2.1

ПРИМЕР СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПАНИИ

	Стратегическая цель	Показатель	Диапазон
Финансы	1. Обеспечение темпов роста продаж выше отраслевых	1. Рост продаж	0-30%
	2. Рост прибыли	2. Рост размера прибыли	0-500%
	3. Увеличение стоимости бизнеса	3. Увеличение рыночной стоимости скорректированных чистых активов	0-5 раз
Клиент	1. Максимальное обеспечение требований клиентов	1. Доля поставок без рекламаций	30-70%
	2. Высокое качество выпускаемой продукции (положение приоритетного поставщика)	2. Доля продаж постоянным клиентам	0-100%
	3. Улучшение соотношения цена/качество	3. Оценка клиента	Первое место с точки зрения не менее: 0-100% клиентов
Процессы	1. Инновационный процесс	1. Доля новых изделий	0-100%
	2. Улучшение обслуживания клиентов	2. Доля дополнительных услуг	0-75%
Процессы	3. Операционная эффективность	3. Процент без простоев поломки и переналадок	30-70%
Персонал, обучение	1. Повышение удовлетворенности сотрудников	1. Текучесть кадров	0-100%

Необходимость квантификации показателей и обусловленную этим модификацию исходной Сбалансированной системы показателей можно проиллюстрировать показателем для стратегической цели «Повышение удовлетворенности сотрудников», где должен быть использован опережающий фактор, такой как, например, «доля рационалистических предложений на одного сотрудника» и даже было бы полезно расширить аспект «Персонал и обучение» другими показателями. Но если на момент интервьюирования отсутствует практика и статистика подобной работы, как это было в случае ООО «Фрахт Упак», то может быть принято решение о временном сужении аспекта и использования запаздывающего показателя, такого как, например, «Текучесть кадров».

В качестве показателя стоимости бизнеса нами взята рыночная стоимость скорректированных чистых активов, поскольку проведение полномасштабных работ по

оценке обоснованной рыночной стоимости бизнеса представляет собой весьма затратное мероприятие и, даже, представляется невозможным в ряде случаев из-за ограничения, например, по времени. Тем более, что если использовать в качестве показателя стоимости бизнеса рыночную стоимость скорректированных чистых активов, то остальные показатели можно рассматривать как системный эффект первого порядка – оценку «гудвилла» (*goodwill*). Таким образом, если рассматривать в качестве долгосрочной цели предприятия увеличение обоснованной рыночной стоимости действующего бизнеса, то получаем систему показателей, которая весьма хорошо ее описывает. Данный момент более детально рассматривается в следующем разделе.

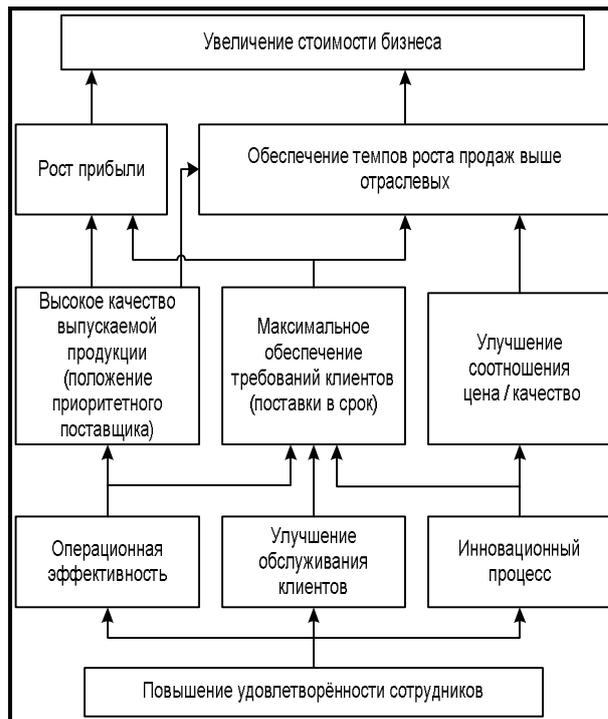


Рис. 2.1. Пример стратегической карты сбалансированной системы показателей

Определение понятия «фактор» как момента, существенного обстоятельства в каком-либо процессе, явлении, закладывающему основу выделения факторов и построение их иерархии требует более глубокого рассмотрения.

Следуя определению, можно сделать вывод о том, что теоретически такая иерархия не имеет ограничений по числу уровней [34, с. 124]. Наиболее значимые факторы с точки зрения их влияния на стоимость бизнеса (стоимость бизнес-единицы, дивиденд, ставка, время) будут отнесены к первому уровню иерархии [103]. Ее глубина во многом зависит от целей деления и от соблюдения принципа разумной достаточности. С практической точки зрения не имеет особого смысла производить бесконечное дробление. Даже если фактор является существенным обстоятельством бизнеса, но не оказывает заметного влияния на стоимость последнего, включение его в иерархию нецелесообразно. [22, с. 65]

Сформулируем несколько определений и теорем, чтобы можно было на них ссылаться в дальнейшем [30, с. 279].

Определение. Факторы X_1, X_2, \dots, X_n называются взаимонезависимыми по полезности, если каждое подмножество факторов из множества $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ не зависит по полезности от своего дополнения.

Теорема 1. Если факторы X_1, X_2, \dots, X_n являются взаимонезависимыми по полезности, то

$$u(x) = \sum_{i=1}^n k_i u_i(x_i) + k \sum_{\substack{i=1 \\ j>i}}^n k_i k_j u_i(x_i) u_j(x_j) +$$

$$+ k^2 \sum_{\substack{i=1 \\ j>i, l>j}}^n k_i k_j k_l u_i(x_i) u_j(x_j) u_l(x_l) +$$

$$+ \dots + k^{n-1} k_1 k_2 \dots k_n u_1(x_1) u_2(x_2) \dots u_n(x_n),$$

где

x_i – фактическое значение фактора X_i ;

функция полезности $u(x)$ нормализована условиями

$$u(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) = 0 \text{ и } u(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = 1;$$

$u_i(x_i)$ – условная функция полезности для фактора X_i , нормализованная условиями $u_i(x_i^0) = 0$ и $u_i(x_i^*) = 1, i = 1, 2, \dots, n$;

$$k_i = u(x_i^*, \bar{x}_i^0);$$

k – шкалирующая константа, определяемая из уравнения:

$$1 + k \prod_{i=1}^n (1 + k k_i).$$

Следствие. Если предположения теоремы 1 справедливы и, кроме того, потеря с равновероятными исходами $(x_1', x_2', \bar{x}_{12}^+)$ и $(x_1'', x_2'', \bar{x}_{12}^+)$ равноценна для лица, принимающего решение, потеря с равновероятными исходами $(x_1', x_2'', \bar{x}_{12}^+)$ и $(x_1'', x_2', \bar{x}_{12}^+)$, функция полезности должна быть аддитивной. Если эти две потери не равноценны, то функция полезности мультипликативна.

Теорема 2. Пусть имеются факторы X_1, X_2, \dots, X_n , тогда следующие условия являются эквивалентными:

1. Факторы X_1, X_2, \dots, X_n взаимонезависимы по полезности.

2. $\bar{X}_i = UI, i = 1, 2, \dots, n$.

3. $\{X_i, X_{i+1}, \dots, X_n\} \in UI, i = 1, 2, \dots, n, u$

$\{X_1, X_2, \dots, X_{n-1}\} \in UI$.

4. $\{X_i, X_{i+1}\} \in UI, i = 1, 2, \dots, n-1; n \geq 3$.

5. $X_i \in UI$ и $\{X_i, X_j\} \in PI, i = 2, 3, \dots, n; n \geq 3$. Или можно сформулировать в более общем виде. В этом случае необходимо, чтобы любой из факторов, не обязательно X_1 , был независим по полезности от своего дополнения.

UI – обозначает независимость по полезности множества факторов от его дополнения,

PI – аналогично независимость по предпочтению.

Далее проводится проверка о возможности допущения, что в пределах диапазонов изменения, указанных в табл. 2.1, каждая пара критериев не зависит от своего дополнения. Если проверка указывает на невозмож-

ность подобного допущения, то это является поводом к пересмотру системы показателей, и приведения ее к виду, позволяющему сделать указанное допущение. Невозможность допущения указывает на то, что некоторые показатели имеют значительную корреляцию и это будет причиной некорректного определения цели. Это требование близко, по сути, к требованию ортогонализации пространства, в котором определяется целевая функция.

Из условия независимости по предпочтению вытекает, что существует аддитивная функция ценности, аргументами которой являются вышеопределенные критерии. Из теорем 1 и 2 (мы имеем случай, когда именно один критерий не зависит по полезности от своего дополнения, п. 2 теоремы 2) следует, что для квантификации предпочтений может быть использована либо аддитивная, либо мультипликативная функция полезности. На основании следствия к теореме 1, можно сделать вывод о том, что функция полезности должна иметь мультипликативный вид и выражаться в виде:

$$1 + ku(x) = \prod_{i=1}^{10} [1 + k k_i u_i(x_i)],$$

где $0 \leq u \leq 1, 0 \leq u_i \leq 1, i = 1 \dots 10$;

$k = \text{const}, k \neq 0, k > -1$.

В результате интервьюирования высшего управленческого персонала, нами были построены графические представления полезности от каждого из критериев с использованием шкалы от 0 до 1. Для предыдущего примера, они имеют вид, показанный на рис 2.2 а – j функции полезности критериев.

Далее, используя регрессионный анализ, эксперты строят аналитические зависимости полезности от факторов, пример которых представлен в табл. 2.2.

Таким образом, для построения скалярной функции необходимо определить коэффициенты k_i и k .

Метод, используемый для нахождения значений коэффициентов, не является критичным и его выбор зависит от предпочтений эксперта.

Ранжирование значений шкалирующих констант мультипликативной функции полезности k_i представлено в табл. 2.2. При определении их относительных значений рассматривается относительная желательность последствий, которые получаются, когда значение одного из критериев на более желательном уровне, в то время как значения остальных критериев – на наименее желательных уровнях. Для установления относительных численных значений этих коэффициентов проводится квантификация замещений для пар критериев, результаты которой размещаются в графе «Равноценный эквивалент».

Для определения абсолютных значений шкалирующих коэффициентов можно использовать метод, описанный Кини Р. и Райфа Х. [30, с. 272]. Получив шкалирующий коэффициент для первого критерия k_1 можно найти значения шкалирующих коэффициентов для остальных критериев.

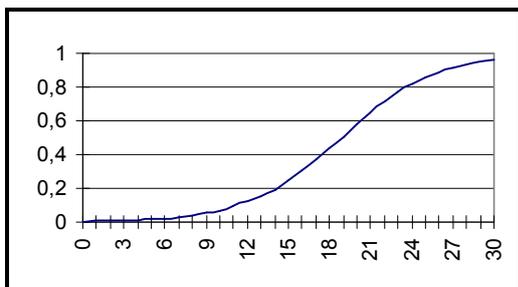


Рис. 2.2 а. X_1 – Рост продаж

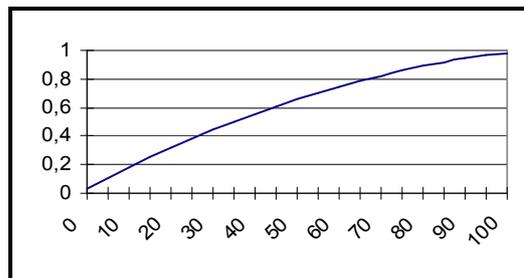


Рис. 2.2 ф. X_6 – Оценка клиента

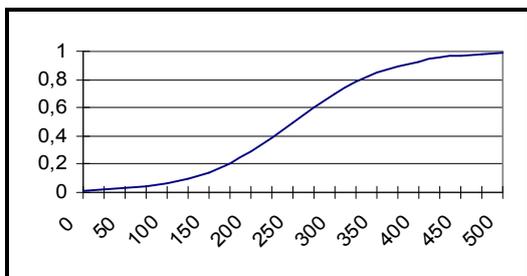


Рис. 2.2 б. X_2 – Рост размера прибыли

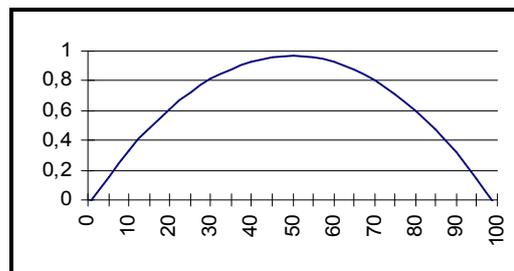


Рис. 2.2 г. X_7 – Доля новых изделий

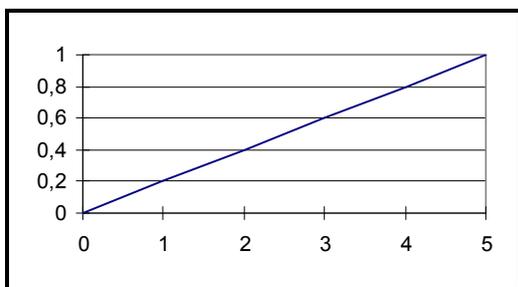


Рис. 2.2 с. X_3 – Увеличение рыночной стоимости скорректированных чистых активов

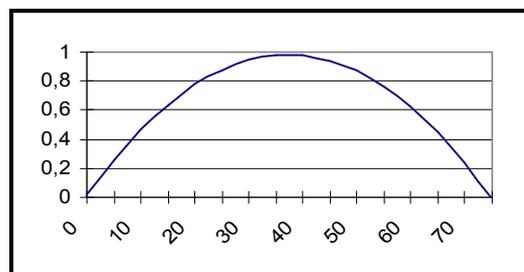


Рис. 2.2 х. X_8 – Доля дополнительных услуг

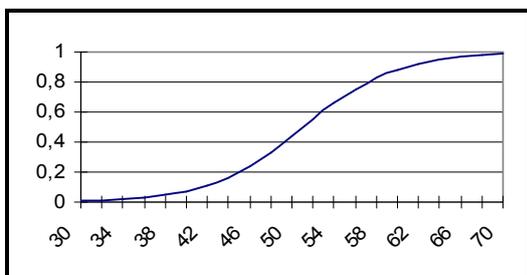


Рис. 2.2 д. X_4 – Доля поставок без рекламаций

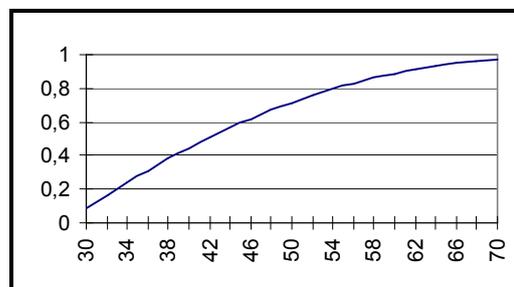


Рис. 2.2 и. X_9 – Процент без простоя вследствие поломок и переналадок

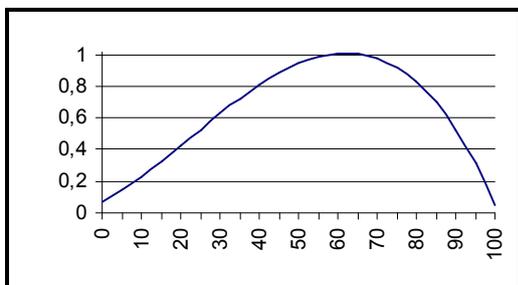


Рис. 2.2 е. X_5 – Доля продаж постоянным клиентам

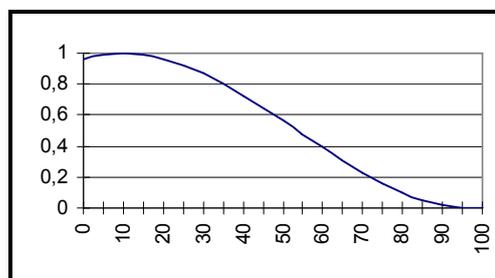


Рис. 2.2 ж. X_{10} – Текучесть кадров

Таблица 2.2

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПОЛЕЗНОСТИ КРИТЕРИЕВ

Функция полезности	Модель	Коэффициенты	Коэффициент детерминации
u_1	Логистическая $u_1 = \frac{1}{(1 + b_0 \cdot b_1^{x_1})}$	$b_0 = 241,818$ $b_1 = 0,748$	0,917
u_2	Логистическая $u_2 = \frac{1}{(1 + b_0 \cdot b_1^{x_2})}$	$b_0 = 80,968$ $b_1 = 0,983$	0,934
u_3	Логистическая $u_3 = \frac{1}{(1 + b_0 \cdot b_1^{x_3})}$	$b_0 = 115\,258,392$ $b_1 = 0,796$	0,913
u_4	Линейная $u_4 = b_0 + b_1 x_4$	$b_0 = 0$; $b_1 = 1$	1
u_5	Кубическая $u_5 = b_0 + b_1 x_5 + b_2 x_5^2 + b_3 x_5^3$	$b_0 = 0,068$ $b_1 = 0,014$ $b_2 = 2,87E-4$ $b_3 = -4,27E-6$	0,985
u_6	Квадратичная $u_6 = b_0 + b_1 x_6 + b_2 x_6^2$	$b_0 = 0,036$ $b_1 = 0,015$ $b_2 = -5,94E-5$	0,998
u_7	Квадратичная $u_7 = b_0 + b_1 x_7 + b_2 x_7^2$	$b_0 = -0,033$ $b_1 = 0,040$ $b_2 = -4,04E-4$	0,995
u_8	Квадратичная $u_8 = b_0 + b_1 x_8 + b_2 x_8^2$	$b_0 = 0,019$ $b_1 = 0,052$ $b_2 = -6,96E-4$	0,996
u_9	Квадратичная $u_9 = b_0 + b_1 x_9 + b_2 x_9^2$	$b_0 = -1,579$ $b_1 = 0,070$ $b_2 = -4,75E-4$	0,990
u_{10}	Кубическая $u_{10} = b_0 + b_1 x_{10} + b_2 x_{10}^2 + b_3 x_{10}^3$	$b_0 = 0,958$ $b_1 = 8,77E-3$ $b_2 = -4,83E-4$ $b_3 = 3E-6$	0,936

Таблица 2.3

ЗНАЧЕНИЯ ШКАЛИРУЮЩИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ФУНКЦИИ ПОЛЕЗНОСТИ

Критерий	Ранг коэф-та	Диапазон	Равноценный эквивалент	Относит. значения коэф-тов	Коэф-т
X_1 – Рост продаж	3	0-30	$30X_1 \sim 2X_3$	$k_1 = 0,4k_3$	0,268
X_2 – Размер прибыли	2	0-500	$500X_2 \sim 2X_3$	$k_2 = 0,4k_3$	0,268
X_3 – Увеличение ликвидационной стоимости	1	0-5	-	k_3	0,67
X_4 – Доля поставок без рекламаций	5	30-70	$70X_4 \sim 1,7X_3$	$k_4 = 0,34k_3$	0,2278
X_5 – Доля продаж постоянным клиентам	6	0-100	$70X_5 \sim 2X_3$	$k_5 = 0,4k_3$	0,268
X_6 – Оценка клиента	4	0-100	$100X_6 \sim 1,5X_3$	$k_6 = 0,6k_3$	0,402
X_7 – Доля новых изделий	10	0-100	$50X_7 \sim 1,5X_3$	$k_7 = 0,3k_3$	0,201
X_8 – Доля дополнительных услуг	8	0-75	$40X_8 \sim 1,5X_3$	$k_8 = 0,3k_3$	0,201
X_9 – Процент без простоя вследствие поломок и переналадок	7	30-70	$70X_9 \sim 2X_3$	$k_9 = 0,4k_3$	0,268
X_{10} – Текучесть кадров	9	0-100	$10X_{10} \sim 2X_3$	$k_{10} = 0,4k_3$	0,268

Зная конкретное значение суммы шкалирующих коэффициентов, и учитывая, что для выражения предпочтений подходит мультипликативная функция полезности, можно воспользоваться соотношением:

$$1 + ku(x) = \prod_{i=1}^{10} [1 + kk_i u_i(x_i)],$$

подставив в него значения для наиболее желательных последствий. В результате получается уравнение относительно k [30]:

$$1 + k = \prod_{i=1}^{10} (1 + kk_i).$$

Решение этого уравнения дает значение k , которое, кроме всего прочего, указывает на уровень «взаимодополняемости» критериев.

Имеются все основания согласиться с выводами McKinsey [34]: «все действия компании должны базироваться на стоимостном мышлении, которое, в свою очередь, обуславливается наличием двух компонентов – системы измерения стоимости и стоимостной идеологии».

Использование в качестве системы измерения стоимости комбинации **BSC + EVA**, или **BSC** + «многокритериальная теория полезности», или любой иной будет определяться схемой расчета. Но то, что такое комбинирование весьма полезно, трудно оспаривать. Построение скалярной целевой функции реально позволяет выстроить целенаправленную систему управления.

И управленческие эквиваленты теории заинтересованных сторон, и многокритериальная теория полезности включают в себя, как раздел, построение системы показателей. Теория заинтересованных сторон позволяет привести построенную систему показателей в действие, создает возможности для практического воплощения видения высшего руководства компании, формирует стоимостную идеологию. Многокритериальная теория полезности позволяет построить скалярную целевую функцию от этих показателей как аргументов, тем самым, создавая новые возможности для планирования и контроллинга. Комбинация этих двух теорий позволяет получить системные эффекты, усиливающие выгоды от каждой из теорий в отдельности.

2.4. Структура целевой функции долгосрочного планирования

Доход акционера формируется в основном из дивидендов и разницы цен покупки и продажи акций. Разница цен покупки и продажи акций является для акционера главным, когда бизнес, акциями которого он владеет, не получает больших текущих прибылей и не уплачивает дивидендов. Чем меньше пакет акций, тем более рискованным становится получение дохода в виде дивидендов, в силу влияния на дивидендную политику.

Соответственно, следование идее управления в интересах собственника полностью зависит от роста рыночной стоимости всего бизнеса.

Проведение полномасштабной оценки бизнеса – довольно затратное мероприятие, которое не может быть проведено немедленно, а требует значительного времени на исполнение. Потому разумно заменить регулярные оценки бизнеса системой мониторинга стоимости, чтобы с достаточным уровнем достоверности определять изменения в стоимости. Интересным и

перспективным представляется использование в качестве базы стоимости бизнеса промышленных компаний рыночную стоимость скорректированных чистых активов, и тогда остальные показатели можно рассматривать как системный эффект первого порядка – оценку «гудвилла» (*goodwill*). Таким образом, если рассматривать в качестве долгосрочной цели предприятия увеличение обоснованной рыночной стоимости действующего бизнеса, то получаем систему показателей, которая весьма хорошо ее описывает и позволяет оперативно отслеживать изменения в стоимости бизнеса и при необходимости вносить необходимые корректировки.

Мониторинг за стоимостью бизнеса может быть двух видов [9, с.540]:

- мониторинг изменения стоимости бизнеса в связи с осуществлением инвестиционных (инновационных) проектов как средство управления ими;
- наблюдение за общей стоимостью бизнеса как управления компанией в целом.

Среди методов мониторинга первого вида следует упомянуть «Q-фактор», предложенный Дж. Тобином [78]. Мониторинг предполагает постоянное отслеживание 2 параметров:

Q – фактора – соотношение между оценочной рыночной стоимостью активов Akt^* выполняющего проект предприятия и их восстановительной стоимости $Akt_{восст}$. Q – фактор при этом определяется следующим образом:

$$Q = Akt^* / Akt_{восст};$$

Δ – разницы между отражающей риски проекта ставкой дисконта и средневзвешенной стоимостью капитала предприятия, реализующего данный проект.

Если параметры Q и Δ увеличиваются, то по мере осуществления проекта растет и стоимость предприятия, если они уменьшаются, то стоимость предприятия падает.

Условием практического применения анализа на основе Q -фактора является то, что с учетом уже достигнутых промежуточных результатов выполнения бизнес-плана проекта необходимо регулярно:

- уточнять прогноз денежных потоков по проекту;
- на основе уточненных данных о будущих денежных потоках пересчитывать внутреннюю норму рентабельности проекта;
- по мере снижения рисков проекта по мере его выполнения заново определять адекватную новому уровню рисков ставку дисконта;
- с учетом корректируемой ставки дисконта и возможных изменений в стоимости и величине заемного капитала также рассчитывать средневзвешенную стоимость капитала.

Важность такого рода мониторинга заключается в том, чтобы вовремя указать на необходимость применения мер против снижения стоимости бизнеса, которые тогда должны предприниматься безотлагательно.

В отличие от мониторинга первого вида, менеджмент предприятия требует хотя бы приблизительного определения абсолютной величины рыночной стоимости бизнеса. Причем эта оценка должна быть увязана с обычными показателями финансового менеджмента и бухгалтерского учета, чтобы цель максимизации стоимости бизнеса можно было трансформировать в текущие и будущие контрольные цифры, которые бы служили в дальнейшем в качестве ориентиров для менеджмента предприятия.

Ключевой элемент этого метода – понятие о факторе изменения стоимости (*value driver*) и продолжающейся стоимости (*continuing value*) компании. Согласно этому методу, рыночная стоимость бизнеса может быть представлена в виде двух частей:

- ценность компании, установленная на базе текущей стоимости денежных потоков, ожидаемых в пределах некоего фиксированного прогнозного периода;
- текущая стоимость того увеличения рыночной капитализации компании, которого можно достичь к концу упомянутого прогнозного периода, если к тому времени удастся выйти на стабильный рост денежных потоков по начатым или начинаемым компанией инвестиционным (инновационным) проектам.

Рыночную стоимость компании (*going concern value, GCV*), имеющей инвестиционные проекты, о которых пока нельзя публиковать исчерпывающую информацию (что затрудняет оценку на основе рыночного подхода), можно представить как:

$$GCV = (PV_{ocm})_1 + PV[(PV_{ocm})_2],$$

где

$(PV_{ocm})_1$ – остаточная текущая стоимость тех бизнесов (бизнес-линий), которые компания вела ранее, и будет вести продолжать в течение фиксированного прогнозного периода n (*present value of cash flows from operations during the forecasted period*);

$(PV_{ocm})_2$ – остаточная текущая стоимость бизнесов (бизнес-линий) на конец прогнозного периода n , которые компания к концу n планирует окончательно освоить или сменить (*residual value*);

$PV[(PV_{ocm})_2]$ – текущий эквивалент ожидаемой к концу прогнозного периода остаточной текущей стоимости новых бизнесов.

Что касается параметра $PV[(PV_{ocm})_2]$, то здесь главное – определиться с показателем $(PV_{ocm})_2$, который и представляет собой величину, иначе называемую фактором изменения стоимости (*value driver*) или продолжающейся стоимостью компании (*continuing value*). Для оценки этого показателя применяют две специфические модификации модели Гордона. Для них характерно опираться на прогноз либо бездолговых денежных потоков по новым бизнесам, либо неких специально сконструированных показателей финансового менеджмента, которые заменяют значения ожидаемых бездолговых денежных потоков.

В предлагаемом в работе подходе рыночная стоимость бизнеса промышленной компании разбивается на две части:

1. Стоимость скорректированных чистых активов.
2. Гудвилл компании.

Методические рекомендации ТПП РФ дают следующие определения. Чистые активы – величина, определяемая по данным бухгалтерского учета и отчетности путем вычитания из суммы активов организации, принимаемых к расчету, суммы ее обязательств, принимаемых к расчету.

Стоимость скорректированных чистых активов – величина, определяемая путем вычитания из рыночной или иной стоимости активов организации, принимаемых к расчету, рыночной или иной стоимости ее обязательств, принимаемых к расчету.

Не строго гудвилл компании согласно теории «большого котла» можно определить, как стоимость компании как действующего предприятия, т.е. способность эффективно функционировать и привлекать клиентов; а стоимость гудвилла можно определить ценой, которую покупатель готов заплатить за фирму сверх рыночной стоимости ее материальных активов. Совокупность активов, в широком смысле описываемых как «гудвилл и другие нематериальные активы», может быть разбита на три категории:

1. Нематериальные активы, неотделимые от предприятия (обученный персонал, система и методы управления, наличие клиентуры, преимущества территориального расположения, репутация);
2. Нематериальные активы, неотделимые от индивидуума (личная репутация работников и владельцев, их личные профессиональные качества);
3. Нематериальные активы, которые, вообще говоря, могут быть отделены как от предприятия, так и от индивидуума (торговые и фабричные марки, знаки, секретные методы, технологии и формулы, технические библиотеки и архивы, лицензии, патенты, авторские права).

«Для большинства задач гудвилл может быть определен как совокупность тех элементов бизнеса или персональных качеств, которые стимулируют клиентов продолжать пользоваться услугами данного предприятия или данного лица и которые приносят компании прибыль сверх той, которая требуется для получения разумного дохода на все остальные активы предприятия, включая доход на все остальные нематериальные активы предприятия, включая доход на все прочие нематериальные активы, которые могут быть идентифицированы и отдельно оценены» [15]. В большинстве случаев общий гудвилл предприятия складывается из гудвилла бизнеса – гудвилла, относящегося собственно к предприятию, и персонального гудвилла. Дополнительная прибыль получается в результате совокупного влияния этих двух элементов гудвилла. В рамках данного исследования наиболее важным является свойство гудвилла как стимулятора клиентов к продолжению использования услуг и продуктов данного предприятия, которое и явилось для нас определяющим при определении структуры целевой функции.

Дать определение различным видам нематериальных активов достаточно сложно, в виду отсутствия у них общей, объединяющей характеристики. Для целей оценки нематериальные активы лучше всего описать как класс активов предприятия отличных от гудвилла и имеющих рыночную стоимость. В него входят различные права, льготы, массивы информации и ноу-хау, которые могут быть идентифицированы и отдельно оценены. Нередко в балансе можно встретить какой-либо нематериальный актив, но стоимость, приписываемая ему в балансе, редко совпадает с рыночной стоимостью.

2.5. Целевая функция оперативного управления

Для целей оперативного управления имеет смысл использовать целевую функцию вида, отличного от целевой функции стратегического планирования. Оперативное управление нацелено на выработку детального плана производства. После создания агрегированного плана распределения производственных мощностей принимаются оперативные решения и составляются графики производства на основе полного дезагрегиро-

вания информации, поступающей от органов управления более высоких уровней. В результате разрабатываются методы управления, которые реализуются в повседневной деятельности организаций.

На стадии оперативного управления принимаются решения по выделению конкретного оборудования для выполнения заказов и упорядочению этих заказов в ходе производственного процесса, по учету заказов товарно-материальных ценностей и управлению запасами, по организации диспетчерского управления, обработке заказов, составлению графиков перевозок и т.д.

Не имеет смысла использовать для целей оперативного управления целевую функцию стратегического планирования, хотя бы потому, что на многие параметры долгосрочной целевой функции нет возможности повлиять в рамках оперативного планирования.

Оперативное управление характеризуется постоянством производственной структуры, так что задача оперативного управления формулируется как максимизация эффекта от использования имеющихся, практически неизменных, ресурсов. Более того, нами предлагается выбирать горизонт оперативного управления таким образом, чтобы данное утверждение было верно.

Связь целевой функции оперативного управления и целевой функции стратегического планирования была определена нами следующим образом. Рассмотрим целевую функцию, построенную в предыдущем разделе. Исходя из временных ограничений оперативного управления, естественно предположить, что в его рамках невозможно сколь либо существенно увеличить гудвилл: ни в перспективе «Персонал, обучение», ни в плоскости оценки клиентом, ни в области внутренних процессов. Следовательно, можно повлиять лишь на стоимость скорректированных чистых активов. Но внеоборотные активы в рамках оперативного управления будут условно-постоянными, это же касается и запасов. В свете этого наиболее логичным и естественным представляется использовать для оперативного управления целевую функцию в виде максимизации операционного денежного потока, при наличии ограничений на производственную программу со стороны производственной структуры, структуры запасов и рыночной конъюнктуры. Она наиболее полно отвечает долгосрочной целевой функции и, хотя, не соответствует ей полностью, но позволяет проводить кусочно-линейную аппроксимацию оптимальной траектории развития предприятия.

Показатель чистой прибыли, зачастую используемый в математических моделях, не коррелирует с рыночной стоимостью предприятия так устойчиво, как показатель денежного потока, поскольку прибыль является объектом налогообложения, и предприятия умело ее уменьшают, кроме того, чистая прибыль не учитывает:

- размеры инвестиций в основные средства
- величину собственных оборотных средств;
- потребности предприятия в финансировании;
- деловые и финансовые риски.

Смысл управления денежным потоком и стоимостью предприятия заключается в создании новой стоимости.

2.6. Практическое использование результатов на предприятиях Удмуртской Республики

Определенные в данной главе процедуры были использованы в практической деятельности на различных предприятиях Удмуртской Республики, таких как,

ООО «Фрахт Упаk», ООО «Удмуртская оценочная компания» и т.д.

ООО «Фрахт Упаk» – предприятие, основным видом деятельности которого является производство и реализация одноразовой и пластиковой тары и упаковки. Основная специализация по виду изготавливаемых изделий – упаковка для молочной продукции, спрос на которую считается неэластичным, практически не подвержен сезонному изменению и не зависит от финансово-политических катаклизмов в стране, а также одноразовая посуда. Предприятие функционирует 7 лет.

Юридический статус предприятия: общество с ограниченной ответственностью. Уставной капитал предприятия на 75% сформирован за счет иностранных инвестиций.

ООО «Фрахт Упаk» является также владельцем производственных и административных площадей в центре города общей площадью 6 000 м².

При производстве продукции использовался метод термовакуумной формовки, который нацелен на изготовление одноразовой тары и упаковки с низкой себестоимостью. Упаковка изготавливается из пленки (листа), который нагревается, формуется толкателем и всасывается вакуумом, перфорируется (вырубается). Изготавливается лист предварительно на экструдере из гранул полистирола. Все отходы, которые появляются в процессе производства перерабатываются вторично на агломераторе-грануляторе в гранулы, готовые к употреблению. На готовые изделия наносится печать.

На момент анализа деятельности и выработки решений в 2003 году предприятие имело следующие показатели за предыдущий период:

1. Реализовано изделий за год на сумму – 12 794 000 руб./год. Произошел небольшой рост по сравнению с прошлым годом с ростом дебиторской задолженности.
2. Доходы от реализации: 6 496 708 руб. за год
3. Расходы: 4 801 789 руб./год
4. Валовая прибыль: 3 184 890 руб. за год.
5. Численность персонала: 100 чел.

Особый интерес для исследования предприятие представляло по причине рассмотрения им вопроса о значительном расширении производственных мощностей через приобретение дополнительно оборудования. Необходимые инвестиции оценивались в 41 миллион рублей, из которых 32,5 миллиона планировалось направить на приобретение оборудования. Данный размер инвестиций представлял значительную сумму для предприятия такого масштаба. Для расширения производства планировалось использовать лизинговую схему.

Работа с предприятием была начата с построения сбалансированной системы показателей компании, выявления предпочтений собственников компаний и менеджмента компании, построения скалярной целевой функции развития предприятия. Процедура работы на данном этапе довольно подробно представлена в виде иллюстративного примера к данной главе работы.

Работа над построением целевой функции способствовала более четкому пониманию и определению руководством предприятия целей его развития. Зачастую менеджмент компаний работает, не имея конкретных показателей и целевых установок, только лишь на основе некоторого размытого представления о том, к чему надо стремиться. В ходе интервьюирования и последующей корректировки, менеджмент более четко стал осознавать свои цели. Построение целевой функции и сбалансированной системы показателей

позволило создать основу для выстраивания действенной системы мотивации сотрудников и ориентации предприятия на создание стоимости.

Кроме того, определение целевой функции создало предпосылки для планирования деятельности компании и выстраивания деятельности подразделений и отдельных людей на достижение стратегических целей компании. О некоторых результатах планирования более подробно излагается в следующей главе.

Пример другого рода внедрения результатов представляет опыт работы в ООО «Удмуртская оценочная компания». ООО «Удмуртская оценочная компания» зарегистрирована Администрацией Октябрьского р-на г. Ижевска в 1996 г. и имеет свои дочерние предприятия в районных городах Удмуртии – Сарапуле, Глазове, Можге, Игре, Алнашах. Компания принимала активное участие в становлении оценочной деятельности в УР.

Заключены и выполняются договоры о сотрудничестве с Министерством имущественных отношений УР, Комитетом по управлению имуществом г. Ижевска, Комитетом государственной статистики УР, Комитетом по ценным бумагам и фондовому рынку при Правительстве УР, Комитетом по делам ГО и ЧС при Правительстве УР, Управлением юстиции УР, Контрольным Комитетом Госсовета УР, Администрациями г. Ижевска, Завьяловского района, Игринского района, г. Можги, г. Сарапула, г. Камбарки, Комитетом по управлению имуществом г. Агрыз (Татарстан), Удмуртской таможней, Удмуртским госуниверситетом, Сбербанком УР.

Постоянными заказчиками оценочных услуг у компании являются: ОАО «Удмуртгеология», НГДУ «Ижевскнефть», Ижевский и Сарапульский радиозаводы, «Холдинг Увадрев», ОАО «Белкамнефть», «Глазовский ликеро-водочный завод», «Чепецкий механический завод», холдинг «Аксион», концерн «Ижмаш», ОАО «Буммаш», Управление федеральной почтовой связи, «Альфа-Банк», «Внешторгбанк», «Промстройбанк», «Банк Менатеп», «Банк Диалог оптим», «Импексбанк», «Инкассбанк», страховые компании и др.

Профессионализм работы ООО «Удмуртской оценочной компании» подтвержден тем, что это единственная в республике оценочная организация, которая до лицензирования, имела 4 федеральных аккредитации при: МЧС России, Федеральном долговом центре, Федеральной службе по делам о несостоятельности (банкротстве), Российском фонде федерального имущества (причем, прошла отбор и была включена в список 50 оценочных организаций России, имеющих право оценки федерального имущества). Повторно получена аккредитация при Администрации г. Ижевска.

Компания получила лицензии Управления ФСБ по УР на право оценки предприятий, представляющих государственную тайну, Минстроя УР на составление смет, рекомендательные письма Федеральной службы налоговой полиции РФ Управления по УР и Территориального агентства Федеральной службы по делам о несостоятельности (банкротстве) в УР.

По итогам Конкурса на звание лучшей оценочной организации 2001 г., организованного Российской коллегией оценщиков, ООО «Удмуртская оценочная компания» заняла второе место, а по итогам 2002 г. – двенадцатое место.

Компания получила в 2004 году Сертификат «Юниправокс» (г. Москва) и входит в состав рейтингового индекса крупнейших оценочных фирм России.

В практике работы оценочной компании результаты работы в области построения целевой функции использовались для вынесения рекомендаций для клиентов. В ходе интервьюирования клиента, они помогали эксперту выяснить цели компании, которые затем использовались при проведении оценочных расчетов.

В зависимости от специфики бизнеса заказчика, ему предлагались варианты построения критерия для мониторинга стоимости. Данные рекомендации получили высокую оценку со стороны клиентов, помогая менеджеру в процессах принятия решений.

2.7. Полученные результаты и выводы

1. Стоимость компании – критерий оценки финансового благополучия, который дает комплексное представление об эффективности управления бизнесом. Управление стоимостью компании – инновационный подход, приобретающий все большую и большую популярность. Данный критерий в наибольшей степени удовлетворяет собственников бизнеса и, в условиях отсутствия монополий и экстерналий, обеспечивает максимизацию социального благосостояния. Кроме того, данный подход позволяет решить проблему многомерности целевой функции.

2. Компания не может максимизировать свою стоимость без учета интересов заинтересованных сторон, потому что, кроме интересов, данные заинтересованные стороны имеют еще и довольно мощные рычаги влияния на деятельность компании. Следовательно, при долгосрочном планировании должны учитываться предпочтения заинтересованных сторон. Определение единой целевой функции в виде повышения стоимости компании позволяет находить компромисс между различными заинтересованными сторонами.

3. Удобный инструмент для построения целевой функции и выстраивания вокруг нее деятельности компании предоставляет комбинация многокритериальной теории полезности и управленческих эквивалентов теории заинтересованных сторон. Имея много общего, в комбинации эти теории позволяют достичь новых эффектов. Многокритериальная теория полезности дает возможность построения четкого и обоснованного критерия, а управленческие эквиваленты теории заинтересованных сторон позволяют на практике выстроить деятельность компании вокруг данной целевой функции таким образом, чтобы наиболее полно достичь результата.

4. Структура целевой функции сильно влияет на возможность использования сформулированного критерия для целей мониторинга стоимости и оценки принимаемых решений. Мониторинг стоимости особенно важен в виду невозможности проведения быстрой и дешевой полноценной оценки бизнеса. Предлагаемое в работе представление стоимости компании в виде суммы скорректированных чистых активов и гудвилла дает прекрасные возможности для мониторинга стоимости промышленного предприятия.

5. Наиболее логичным и естественным является использование для оперативного управления целевой функции в виде максимизации операционного денежного потока, при наличии ограничений на производственную программу со стороны производственной структуры, структуры запасов и рыночной конъюнктуры. Она наиболее полно отвечает долгосрочной целевой функции и, хотя, не соответствует ей полностью, но позволяет проводить кусочно-линейную аппроксимацию оптимальной траектории развития предприятия.

3. СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ СТРАТЕГИЙ

3.1. Описание модели оперативного и тактического планирования

В настоящем разделе рассматривается вопрос определения состояния экономической системы – промышленного предприятия и переходов из одного состояния в другое как результат программы развития. Модель, представленная здесь, в большей степени несет вспомогательную функцию и необходима для изложения последующих разделов. При составлении модели априори не было стремления сделать ее универсальной, поскольку каждое конкретное предприятие имеет такое количество особенностей, что делает попытку построить универсальную модель практически бесполезной задачей.

В рамках инвестиционного планирования удобно придерживаться следующего разделения относительно горизонта планирования на стратегическое и тактическое планирование, а также оперативное управление [76]. Так как в литературе существуют различия в определении каждого из этих видов, необходимо описать каждый из них.

Стратегическое планирование – это планирование производственных мощностей. Целью стратегического планирования, как правило, является выработка стратегии управления и разработка способов обеспечения необходимых предприятию ресурсов, причем эти способы должны соответствовать конкретным целям предприятия.

В области управления производством наиболее важными являются решения по планированию ввода новых и расширению старых производственных мощностей, так как именно они являются основными капиталовложениями. Кроме того, они включают решения по определению местоположения и размера новых объектов (установок), приобретению нового оборудования, определению производственных участков внутри каждого объекта.

Решения, требующие жесткой координации с системой сбыта, связаны с выбором новых видов готовой продукции и планированием обеспечивающих систем. Эти решения играют чрезвычайно важную роль, так как от них в значительной степени зависит конкурентоспособность предприятия. Характерная особенность стратегического планирования состоит в том, что реализация принятых на этом уровне решений рассчитана на длительный срок, т.е. рассматривается продолжительный период планирования. Это приводит к необходимости анализировать влияние неопределенностей и риска на процесс принятия решений, что в свою очередь затрудняет непосредственное применение методов математического программирования, которые не позволяют произвести подобный анализ напрямую. Кроме того, решения по выделению капиталовложений на создание новых и расширение имеющихся производственных мощностей принимаются на высших административных уровнях с учетом как внешней, так и внутренней по отношению к предприятию информации. Таким образом, стратегическое планирование охватывает широкий круг проблем, для решения которых требуется высокой степени агрегирование информации, чтобы исключить перегрузку персонала высших административных уровней второстепенной информацией.

Тактическое планирование – агрегированное планирование производства. После определения требуемых производственных мощностей основной задачей является эффективное распределение ресурсов. Распределение ресурсов должно быть таким, чтобы удовлетворялись спрос на производимую продукцию и технологические требования.

Решения, которые принимаются на стадии тактического планирования, касаются способа использования регламентированной и сверхурочной рабочей силы, распределения ограниченных агрегированных ресурсов для производства продукции, накопления сезонных запасов, определения способов (путей) распределения и перевозок продукции.

Оперативное управление – детальный план производства. После создания агрегированного плана распределения производственных мощностей принимаются оперативные решения и составляются графики производства на основе полного дезагрегирования информации, поступающей от органов управления более высоких уровней. В результате разрабатываются методы управления, которые реализуются в повседневной деятельности организаций.

На стадии оперативного управления принимаются решения по выделению конкретного оборудования для выполнения заказов и упорядочению этих заказов в ходе производственного процесса, по учету заказов товарно-материальных ценностей и управлению запасами, по организации диспетчерского управления, обработке заказов, составлению графиков перевозок и т.д.

На уровне оперативного управления можно ограничиться задачей линейного программирования, основное назначение которой – определение результатов управления (через производственную программу) и нахождение наиболее «ценных» ресурсов и проектов (через множители Лагранжа). Для характеристики достигнутого «качества» управления следует использовать статистический материал после соответствующей обработки.

В рамках данной работы в качестве параметров системы, определяющих ее положение в фазовом пространстве, рассматриваются правые части ограничений задачи линейного программирования, представленных в работах Пleshинского А.С. [47] и Шалаевой Е.В. [69].

В данной работе под текущим инвестиционным процессом (*ИП*) понимается уровень планирования до тактического включительно, в отличие от стратегического *ИП*, который оказывает влияние на все уровни планирования.

Изучение спроса на конечные изделия, предложения по исходным продуктам и анализ возможностей изменения производственной структуры (*ПС*) действующего предприятия в инвестиционном процессе позволяет выделить совокупность видов конечной продукции, из которой формируется производственная программа. Эта программа определяется вектором

$$x = (x_{ij}), \quad i = \overline{1, \dots, N}, \quad j = \overline{1, \dots, L_i},$$

где

x_{ij} – количество изделий вида i , производимых по технологии j ;

N – число видов изделий, производство которых возможно в рассматриваемом периоде с учетом реализации *ИП*;

L_i – количество альтернативных технологий производства изделий вида i .

В общем случае возможен набор альтернативных технологий. По одной из них используются определенные группы оборудования и виды трудовых ресурсов, по другой – отличные хотя бы по какой-то позиции типы оборудования, включая возможно новое, более эффективное, и соответствующие этой технологии специальности трудовых ресурсов. Тогда изготовление каждого изделия по одной из возможных технологий характеризуется ресурсоемкостью единицы этого конечного продукта по трудовым ресурсам известных специальностей и определенным видам оборудования. Каждая из альтернативных технологий $j = 1, \dots, L_i$ производства продукта i , $i = 1, \dots, N$, задается набором a_{ijk} ресурсоемкостей по видам трудовых ресурсов $k \in K_1$ и типам оборудования $k \in K_2$ – множества видов первых и вторых, учитываемых отдельно, a_{ijk} – фонд времени, затрачиваемый видом k ресурсов на выпуск изделия i по технологии j . Пусть вектор $r = (r_k)$, $k \in K_1 \cup K_2$, определяет новую ПС, которая будет сформирована в результате реализации программы развития, где переменная $r_k \geq 0$ задает количество единиц трудовых ресурсов и оборудования вида k в текущем периоде в новой производственной структуре. Далее будет употребляться также параметр r_{kt} , который задает количество единиц трудовых ресурсов, имеющих опыт работы t лет, и оборудования, прослужившего t лет, вида k . Отсутствие индекса t указывает на использование взвешенной средней по этому параметру.

Условия обеспеченности процесса выполнения производственной программы ресурсами ПС имеют вид

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

где

T_k – число рабочих часов трудовых ресурсов и активных основных производственных фондов вида k в текущем периоде. Эта группа условий учитывает взаимосвязь производственной программы, новой структуры средств производства и трудовых ресурсов предприятия, а также альтернативность технологий выпуска изделий.

Следующие ограничения определяют обеспеченность процесса выполнения производственной программы исходными продуктами

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{L_i} a_{ijk} x_{ij} \leq b_k, \quad k \in K_3,$$

где a_{ijk} – расход исходных продуктов типа k для производства изделия i по технологии j ;

b_k – количество исходных продуктов k , обеспечиваемых программой материально-технического снабжения, вектор переменных $b = (b_k)$, $k \in K_3$, задает программу необходимого материально-технического снабжения;

K_3 – множество типов исходных продуктов, учитываемых дифференцировано по видам.

Величина спроса на конечные изделия

$$\sum_{j=1}^{L_i} x_{ij} \leq \text{Yield}_i^{\max}, \quad i = 1, \dots, N,$$

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

$$\sum_{j=1}^{L_i} x_{ij} \geq \text{Yield}_i^{\min}, \quad i = 1, \dots, N,$$

где

Yield_i^{\max} , Yield_i^{\min} – максимальный и минимальный объемы выпуска изделий вида i .

Ограничения по складу готовой продукции опишем следующим образом

$$\sum_{i=1}^N a_{itk} \sum_{j=1}^{L_i} x_{ij} \leq b_k, \quad k \in K_4,$$

где

a_{itk} – площадь, необходимая для хранения единицы продукции i -того вида на складе вида k ;

b_k – доступный объем складских помещений вида k .

В своем распоряжении предприятие имеет некоторый объем производственных помещений

$$\sum_{k \in K_1 \cup K_2} \sum_t r_{kt} \xi_k \leq E,$$

где

ξ_k – норма затрат производственных помещений для единицы ресурса вида k ;

E – общая площадь производственных помещений.

Учтя ограничения по складу готовой продукции в рамках задачи линейного программирования, составим ограничения по складу исходных материалов

$$\sum_{k \in K_3} s_k q_k \leq Q,$$

где

q_k – затраты площадей склада материалов на единицу материала вида k ;

Q – общая площадь склада материалов.

Предприятие не может рассчитывать на большее количество ресурсов, чем предлагается на рынке

$$b_k \leq b_k^{\max},$$

где b_k^{\max} – максимальное предложение исходных продуктов типа $k \in K_3$;

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

$$0 \leq y_{kt}^+ \leq d_{kt}^+, \quad k \in K_1, \\ 0 \leq y_{kt}^- \leq d_{kt}^-,$$

$$0 \leq z_{kt}^+ \leq w_{kt}^+, \quad k \in K_2, \\ 0 \leq z_{kt}^- \leq w_{kt}^-,$$

где

d_{kt}^+ , $k \in K_1$ – максимальное предложение трудовых ресурсов вида k и опытом работы t ;

w_{kt}^+ , $k \in K_2$ – максимальное число единиц нового или дополнительного оборудования типа k , прослужившего t периодов времени, которое может быть внедрено в результате реализации текущего ИП;

d_{kt}^- , $k \in K_1$ – максимально допустимое количество увольняемых специалистов вида k и опытом работы t , обусловленное выбранной стратегией развития; w_{kt}^- , $k \in K_2$ – максимальное количество единиц оборудования типа k , прослужившего t периодов времени, исключение из эксплуатации которого также целесообразно с точки зрения стратегии развития предприятия.

Заемные и привлеченные средства для реализации текущей программы развития можно определить переменными

$$v_p, p = 1, \dots, P,$$

где

$v_p \geq 0$ – искомый размер заемных или привлеченных средств из источника финансирования p ,

$$v_p \leq V_p,$$

причем V_p – заданное предложение финансовых средств из источника p , $p = 1, \dots, P$; P – количество возможных источников финансирования. Условие финансовой поддержки текущей программы развития заключается в том, что средства на приобретение нового оборудования и прочие капитальные вложения образуются из собственных средств фонда развития, выручки от ликвидации части наличного оборудования, заемных и привлеченных средств из различных источников, поэтому

$$\sum_{k \in K_2} \sum_t PP_{kt} \cdot z_{kt}^+ + CO \leq DF + \sum_{k \in K_2} \sum_t LV_{kt} \cdot z_{kt}^- + \sum_{p=1}^P v_p,$$

где

PP_{kt}^+ – затраты на приобретение единицы нового оборудования типа k , прослужившее t периодов времени (*purchase price*);

LV_{kt}^- – ликвидационная стоимость единицы наличного оборудования типа k (*liquidation value*);

CO – прочие капитальные затраты (*capital outlays*);

DF – размер фонда развития производства на момент реализации текущей программы развития без средств, полученных от ликвидации части оборудования (*development fund*).

Как отмечалось в предыдущих разделах, в качестве критерия оптимальности следует использовать денежный поток (CF , *cash flow*).

$$f(x) = CF \rightarrow \max,$$

Таким образом, оптимальное решение задачи определяет виды и количество единиц новых или дополнительных основных активных фондов, которые внедряются в соответствии с программой развития, источники и размеры привлеченных и заемных средств, оптимальные размеры капитальных вложений и денежный поток в текущем периоде при реализации программы развития. Если программа развития не учитывает ресурсы дли-

тельного пользования, то модель будет описывать задачу тактического планирования, а решения, принятые на ее основе будут иметь тактический характер.

3.2. Метод решения задачи линейного программирования

В условиях, когда задача линейного программирования имеет большую размерность или же имеют место многократные перерасчеты задачи, важным становится вопрос скорости нахождения оптимального плана задачи линейного программирования. Для решения задачи линейного программирования, описанной выше, рекомендуется использовать метод внутренних точек (*interior point method*). Так называется семейство алгоритмов, итерационная процедура которых проходит строго внутри области допустимых решений. Термин уходит корнями к алгоритму Кармаркара (*N. Kar-mar-kar*) для решения задач линейного программирования [89].

Для симплекс-метода количество итераций, необходимых для достижения оптимального решения, теоретически может расти по экспоненциальному закону. В 1984 году Н. Кармаркар разработал алгоритм с полиномиальным временем выполнения, который «пробежал» по внутренним точкам пространства решений. Этот алгоритм особенно эффективен при решении задач линейного программирования очень большой размерности.

Принципиальная идея Кармаркара состояла в том, что вычисления начинаются с внутренней точки, соответствующей центру симплекса, далее в направлении проекции градиента определяется новая точка решения, которая должна быть строго внутренней, т.е. все ее координаты должны быть положительными. Это является необходимым условием сходимости алгоритма.

Для решения задач, поставленных на основе вышеописанной модели, лучше использовать метод, являющийся развитием идеи метода внутренних точек. Данный алгоритм есть вариация алгоритма «предиктор-корректор», предложенного С. Мехротрой (*S. Meh-rotra*) [101, 97] в реализации Жанга (*Y. Zhang*) [109]. Его преимущества состоят также и в том, что он позволяет сразу получить двойственные оценки, код алгоритма свободно распространяется автором.

Алгоритм начинается с применения серии подготовительных шагов. Результатом является преобразованная задача, где:

- все переменные ограничены снизу нулем;
- все ограничения имеют вид равенств;
- фиксированные переменные, т.е. имеющие равные верхние и нижние границы, удалены;
- столбцы матрицы ограничений, полностью состоящие из нулей, удалены;
- матрица ограничений имеет полный структурный ранг;
- строки матрицы ограничений, полностью состоящие из нулей, удалены;
- в случае, если в матрице ограничений существуют строки, в которых находится лишь одна переменная, соответствующие переменные находятся и строки удаляются.

После чего задача приобретает следующую форму:

$$f^T x \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} Ax = b; \\ 0 \leq x \leq u. \end{cases} \quad (3.1)$$

Верхняя граница ограничений включается в матрицу ограничений A с добавлением свободных переменных S , и тогда (3.1) приобретает вид:

$$f^T x \rightarrow \min, \quad \begin{cases} Ax = b \\ x + s = u \\ x \geq 0, s \geq 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

Задача такого вида называется прямой задачей: x состоит из переменных прямой задачи и s состоит из свободных переменных прямой задачи. Двойственная задача имеет вид:

$$b^T y - u^T w \rightarrow \max, \quad \begin{cases} A^T y - w + z = f \\ z \geq 0, w \geq 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

где y и w состоят из переменных двойственной задачи, и z состоит из свободных переменных двойственной задачи. Критерий оптимальности для этой задачи линейного программирования, т.е. прямой (3.2) и двойственной (3.3), есть

$$F(x, y, z, s, w) = \begin{pmatrix} Ax - b \\ x + s - u \\ A^T y - w + z - f \\ x_i z_i \\ s_i w_i \end{pmatrix} = 0, \quad (3.4)$$

$$x \geq 0, z \geq 0, s \geq 0, w \geq 0$$

где $x_i z_i$ и $s_i w_i$ означает покомпонентное умножение.

Квадратные уравнения $x_i z_i = 0$ и $s_i w_i = 0$ называются добавочными условиями (*complementarity conditions*) для задачи линейного программирования; остальные (линейные) уравнения называются условиями выполнимости (*feasibility conditions*). Мера $x^T z + s^T w$ – есть погрешность, которая показывает ошибку дополнительной части F , при условии $(x, z, s, w) \geq 0$.

Прямо-двойственность алгоритма заключается в одновременном решении и прямой, и двойственной задач. Он может считаться квазиньютоновским методом в применении к линейно-квадратной системе $F(x, y, z, s, w) = 0$ в (3.4) при условии, что во время итераций x, z, s, w положительны, поэтому этот метод называют методом внутренних точек (итерации проходят строго внутри области, описываемой неравенствами в ограничениях (3.2)). Обозначим в итерациях $v = [x; y; z; s; w]$, где $[x; z; s; w] > 0$. Направление предиктора вычисляется следующим образом:

$$\Delta v_p = -(F^T(v))^{-1} F(v),$$

что, по сути, есть ньютоновское направление; затем вычисляется направление корректора

$$\Delta v_c = -(F^T(v))^{-1} (F(v + \Delta v_p)) + \mu e,$$

где

$\mu > 0$ называется центрирующим параметром, который должен выбираться осторожно;

e – вектор нулей и единиц, в котором единицы соответствуют квадратным уравнениям в $F(v)$, т.е. поправка применяется только к дополнительным условиям, которые являются квадратными, но не к условиям выполнимости, которые все линейны. Эти два направления объединяются с использованием параметра – шага $\alpha > 0$ для вычисления новых значений $v^+ = [x^+; y^+; z^+; s^+; w^+]$:

$$v^+ = v + \alpha(\Delta v_p + \Delta v_c)$$

причем шаг выбирается так, что $v^+ = [x^+; y^+; z^+; s^+; w^+]$ удовлетворяет условию:

$$[x^+; z^+; s^+; w^+] > 0$$

При вычислении шага алгоритм вычисляет разложение Холецкого AA^T . Если A имеет плотные столбцы, то вместо этого используется формула Шермана-Моррисона, и если это решение не адекватно (ошибки слишком большие), то для нахождения решения используются условно сопряженные градиенты.

Алгоритм далее повторяет эти шаги до тех пор, пока итерации не сойдутся с точностью до величины, определяемой критерием останова. Основной критерий останова:

$$\frac{\|r_b\|}{\max(1; \|b\|)} + \frac{\|r_f\|}{\max(1; \|f\|)} + \frac{\|r_u\|}{\max(1; \|u\|)} + \frac{\|f^T x - b^T y + u^T w\|}{\max(1; \|f^T x\|, \|b^T y + u^T w\|)} \leq tol,$$

где

$$r_b = Ax - b;$$

$$r_f = A^T y - w + z - f;$$

$$r_u = x + s - u,$$

есть ошибки прямой задачи, двойственной задачи и верхних условий выполнимости соответственно, и $f^T x - b^T y + u^T w$ – разность между значениями критериев прямой и двойственной задач, а tol – некоторое отклонение. Сумма в критерии останова показывает общие относительные ошибки в условиях оптимальности в задаче (3.4).

3.3. Анализ устойчивости двойственных оценок и задача параметрического программирования.

Решая вышеописанную задачу линейного программирования, например, методом, предложенным С. Мехротрой [97, 101], или методом активного набора [12] (которые больше подходят для задач большой размерности), одновременно можно найти множители Лагранжа. Множители Лагранжа связаны с оптимальным значением целевой функции оперативного управления следующим соотношением:

$$\frac{\partial f^*}{\partial b_i} = -\lambda_i^*,$$

где

f^* – оптимальное значение целевой функции;

b_i – элемент вектора правых частей ограничений задачи линейного программирования ($AX \leq B$);

λ_i^* – множитель Лагранжа, соответствующий оптимальному плану.

В зависимости от постановки задачи выбор ресурсов производится тем или иным образом. В простейшем случае отбираются те ресурсы, которые имеют наибольшие по модулю ненулевые двойственные оценки. Кроме интервалов устойчивости двойственных оценок определять выбор приращения будут условия выполнимости задачи параметрического программирования, описанной выше.

Покажем, что множитель Лагранжа λ_i^* характеризует чувствительность оптимального значения f^* в задаче:

$$f(\bar{x}) \rightarrow \min, \bar{x} \in E_n, \quad (3.5)$$

$$g_i(\bar{x}) = b_i, \quad i = 1, \dots, m, \quad (3.6)$$

к изменениям правой части b_i в i -том ограничении (3.6) [38].

Пусть стационарная точка $(\bar{x}^*, \bar{\lambda}^*)$ функции Лагранжа

$$L(x, \lambda) = f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(\bar{x}) - b_i)$$

является решением этой задачи. Так как $g_i(\bar{x}^*) = b_i$ и $f^* = L(\bar{x}^*, \bar{\lambda}^*) = f(\bar{x}^*)$,

то, очевидно, оптимальные значения \bar{x}^* , $\bar{\lambda}^*$ и f^* связаны функциональной зависимостью с величиной b_i . Вы-

разим частную производную $\frac{\partial f^*}{\partial b_i}$ с помощью правила

дифференцирования сложной функции:

$$\frac{\partial f^*}{\partial b_i} = \sum_{j=1}^m \frac{\partial f^*}{\partial x_j} \frac{\partial x_j}{\partial b_i}, \quad (3.7)$$

С другой стороны, из условия $g_i(\bar{x}) = b_i$ получаем:

$$\sum_{j=1}^n \frac{\partial g_i}{\partial x_j} \frac{\partial x_j}{\partial b_i} - 1 = 0, \quad (3.8)$$

Умножим обе части равенства (3.8) на $\bar{\lambda}^*$ и прибавим к (3.7):

$$\frac{\partial f^*}{\partial b_i} = -\bar{\lambda}^* + \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial f^*}{\partial x_j} + \bar{\lambda}^* \frac{\partial g_i}{\partial x_j} \right) \frac{\partial x_j}{\partial b_i}.$$

Так как $(\bar{x}^*, \bar{\lambda}^*)$ – стационарная точка функции Лагранжа, с учетом необходимых условий минимума этой

функции получаем: $\frac{\partial f^*}{\partial b_i} = -\bar{\lambda}^*$. Таким образом, скорость

изменения оптимального значения f^* , вызываемого изменением правой части в ограничении $g_i(\bar{x}) = b_i$, определяется значением множителя Лагранжа.

Но это соотношение не постоянно, необходимо выделить интервалы устойчивости множителей Лагранжа.

В случае однородных ресурсов можно использовать отбор тех ресурсов и проектов, которым соответствует наибольший по модулю множитель Лагранжа. Можно говорить, что этот метод осуществляет кусочно-линейную аппроксимацию производственной функции.

Параметрическое линейное программирование является расширением техники анализа чувствительно-

сти. Здесь исследуются изменения в оптимальном решении задачи ЛП, являющиеся результатом предопределенных непрерывных изменений коэффициентов целевой функции и значений правых частей ограничений.

Пусть задача линейного программирования определена следующим образом:

$$f(X) = CX \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} AX \leq B; \\ 0 \leq L \leq X \leq U. \end{cases}$$

В параметрическом программировании задаются изменения коэффициентов целевой функции и правых частей ограничений. Для этого используются функции типа

$$C(t) = C + tC',$$

$$b(t) = b + tb',$$

где

t – параметр изменения,

C' и b' – заданные векторы.

Для определенности полагают, что $t \geq 0$.

Сначала находится оптимальное решение задачи линейного программирования при $t = 0$. Затем на основании условий оптимальности и допустимости симплекс-метода определяется интервалом $0 \leq t \leq t_i$ значений параметра t , для которых решение, полученное при $t = 0$, остается оптимальным и допустимым. Значение параметра t_i называется критическим. Затем

определяются следующие критические значения параметра t и соответствующие им оптимальные допустимые решения. Процесс заканчивается, когда будет найдено такое значение t_i , что при любых значениях

$t > t_i$ последнее решение остается неизменным либо решение не существует.

Параметрическое изменение вектора частей ограничений $b(t)$ влияет только на свойство допустимости решения. В этом случае критические значения параметра t определяются на основе следующего условия [61]:

$$X_{B_i} = B_i^{-1}b(t) \geq 0,$$

где

X_{B_i} , B_i – оптимальное решение и базис, которому оно соответствует при критическом значении t_i .

Если интересующая граница интервала устойчивости двойственных оценок находится внутри области, сформированной условиями выполнимости задачи тактического планирования, то реализуется приращение по этому виду ресурса. Иначе выбирается следующий по ценности вид ресурса.

Данная методика представляет собой, по сути, описание состояний системы и функций переходов между ними. Использование такой процедуры при тактическом планировании позволяет выстроить оптимальный набор объектов инвестирования (и деинвестирования при небольшой доработке).

При существенной разности в сроках реализации проектов и значительной разности в их жизненных циклах более продуктивен следующий алгоритм, частично рассмотренный в работе Ковалева В.В. [32].

В случае неделимых проектов, для каждого из интересующих ресурсов рассматривается значение чистого дисконтированного дохода от его реализации в рамках доступных средств. Реализуется тот проект, **NPV** которого принимает наибольшее значение [20]. Если время жизни проектов различно, то тогда используются специальные приемы, например, продолжение проектов на величину их наименьшего общего кратного. В случае, когда время жизни проекта превышает рассматриваемый период резонно использовать значения аннуитированного чистого дисконтированного дохода **ANPV**.

Степень приращения стоимости относительно приращения фактора называют ее чувствительностью к фактору или просто чувствительностью [70]. Иногда вместо чувствительности в литературе употребляется термин «факторная нагрузка» [70].

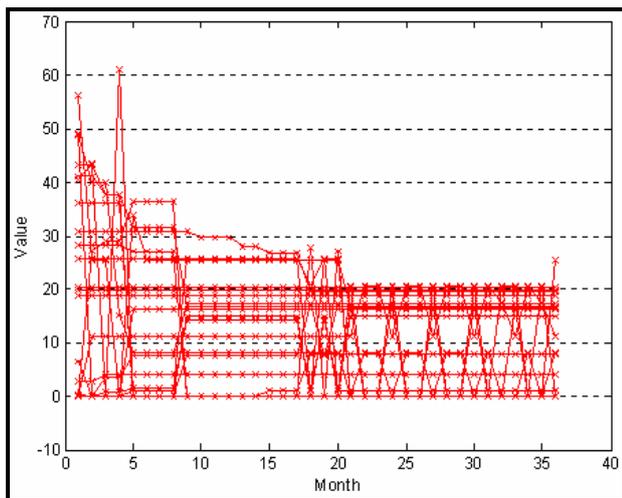


Рис. 3.1. Пример изменения значений множителей Лагранжа по этапам при воздействии на соответствующие факторы

Будем предполагать, что для денежного потока, как для функции многих переменных соблюдаются условия непрерывности и существования производных первого порядка по каждому из факторов. Воспользуемся разложением f в ряд Тейлора до первого члена (в дальнейшем знак приближенного равенства будет заменен точным равенством):

$$\Delta \tilde{f} \cong \sum_b \frac{\partial \tilde{f}}{\partial b} \Delta \tilde{b},$$

где

$\Delta \tilde{f}$ – приращение стоимости бизнеса;

\tilde{b} – значение фактора b (случайная величина);

$\Delta \tilde{b}$ – приращение фактора b .

Чтобы избавиться от недостатка, связанного с различием в размерности, преобразуем формулу, введя относительные величины:

$$\frac{\Delta \tilde{f}}{f} \cong \sum_b \frac{\partial \tilde{f}}{\partial b} \frac{b}{f} \frac{\Delta \tilde{b}}{b},$$

где

f – математическое ожидание денежного потока;

b – математическое ожидание значения фактора.

Выражение перед относительным изменением фактора есть не что иное, как коэффициент чувствительности стоимости бизнеса к этому фактору.

$$K_b = \frac{\partial \tilde{f}}{\partial b} \frac{b}{f},$$

где K_b – коэффициент чувствительности стоимости бизнеса к фактору b . [22]

Последовательное воздействие на факторы, имеющие наибольшие по модулю оценки множителей Лагранжа, приводит в картину, представленной на рис. 3.1.

Анализ показал, что начальная несбалансированность ресурсов относительно бизнес-модели постепенно снижается и затем стабилизируется.

3.4. Общая итерационная процедура стратегического планирования

Приняв во внимание неопределенность будущего состояния среды, в которой находится бизнес, и ее существенную изменчивость, вполне обоснованным будет взгляд на бизнес как ценностно-ориентированную систему, конечные целевые показатели которой точно не определены и контуры целевой области значительно размыты. Оправданным становится переход от формулирования и решения задачи достижения конкретных целей к задаче выбора из всего множества возможных направлений изменения состояний бизнеса лишь тех, которые наилучшим образом удовлетворяют ценностным установкам.

Предлагаемый подход к управлению стоимостью бизнеса вытекает из идеи целенаправленного изменения значений факторов влияющих на стоимость и является следствием двух основных моментов: взгляда на предприятие как ценностно-ориентированную систему и взгляда на стоимость как критерий системы. Подход к управлению стоимостью бизнеса на основе анализа ее чувствительности к факторам призван, в какой-то степени, компенсировать неразвитость рынка ценных бумаг в России.

Управление исключительно на основе анализа чувствительности не является корректным. Необходимо учитывать изменчивость и управляемость факторов.

Очевидно, под влиянием внешней среды будет наблюдаться постоянная флуктуация значений факторов, величина которой для разных факторов будет неодинаковой. Чтобы оценить амплитуду изменений, необходимо определить величину отношения $\Delta \tilde{b}/b$, которое и будет называться изменчивостью [22].

Термин «управляемость» описывает способность менеджмента целевым образом влиять на величину отношения $\Delta b/b$. Управляемость характеризуется двумя условиями: количеством усилий, затраченных менеджментом для достижения требуемых изменений и максимальной величиной возможных изменений [22].

Как и в случае с изменчивостью, основными источниками информации об ожидаемых изменениях фактора вследствие целенаправленных усилий менеджмента служит экспертное мнение аналитиков или привлекаемых консультантов, а также результаты ретроспективного анализа реализации планов.

Процедуру управления стоимостью на основе чувствительности в случае высокой степени агрегирования параметров системы можно представить в соответствии с [22]:

1. Строится иерархия факторов стоимости бизнеса.
2. Рассчитываются коэффициенты чувствительности стоимости к отдельным факторам.

3. Экспертным, ретроспективным или иным способом определяются величины управляемости и изменчивости.
4. Факторы упорядочиваются по убыванию модуля значений коэффициентов чувствительности соответствующих факторов, умноженных на изменчивость и управляемость ими. В отдельных случаях в целях упрощения процедуры упорядочение можно проводить по модулю коэффициентов чувствительности.
5. Вводятся ограничения на длину ряда факторов (например, число членов ряда задается максимальным числом факторов, находящихся в поле зрения менеджмента, или отбираются наиболее значимые из них).
6. Для каждого отобранного фактора в зависимости от знака коэффициента чувствительности разрабатываются рекомендации по направлению и степени воздействия на него.
7. Планируются мероприятия по увеличению числа факторов, положительно влияющих на стоимость, и уменьшению количества факторов, приводящих к снижению стоимости.
8. Осуществляются конкретные шаги по реализации намеченных в плане мероприятий.

При отборе наиболее значимых факторов управления стоимостью принимаются во внимание следующие составляющие, влияющие на стоимость: чувствительность, изменчивость и управляемость.

Многие задачи требуют анализа последовательности решений и состояний среды, когда одна совокупность стратегий игрока и состояний природы порождает другое состояние подобного типа. Если имеют место два или более последовательных множества решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих, и/или два или более множества состояний среды (т.е. появляется целая цепочка решений, вытекающих одно из другого, которым соответствуют события, происходящим с некоторой вероятностью), используется дерево решений. Дерево решений – это графическое изображение последовательности решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любой комбинации альтернатив и состояний среды [16, 20, 61].

Известно, что классическое дерево решений работает с проектными рисками несколько некорректно [106, 107], поэтому многие авторы рекомендуют использовать теорию опционов при построении дерева решений [80, 90, 106, 108]. Хертз Д.Б. (*Hertz D.B.*) и Томас Х. (*Thomas H.*) представили обзор некоторых методологий разработки многокритериальных деревьев решений, основанной на теории полезности [91].

Реальные опционы базируются на модели определения цены финансового опциона, разработанной Фишером Блэком (*Fischer Black*) и Майроном Шоулзом (*Myron Scholes*), а затем модифицированной Робертом Мертоном (*Robert Merton*), а также на выводах Стюарта Майерса (*Stewart Myers*) из Массачусетского технологического института о целесообразности ее использования для оценки инвестиционных возможностей в реальном секторе, т.е. на рынках товаров и нефинансовых услуг [79]. Ценность сохранения простора для маневра наиболее четко проявляется в капиталоемких отраслях.

Исследования компании McKinsey указывают на ценность реальных опционов в их стратегическом применении: они могут стать принципиальной основой корпоративной стратегии [94].

В контексте управления проектами и их рисками реальные опционы обычно подразделяются на следующие типы [9]:

- опционы на выход из проекта (*abandonment options*);
- опционы на временную приостановку или отсрочку развития проекта (*option to defer development*);

- опционы на расширение проекта (*options to expand*);
- опционы по заключению контрактов в интересах проекта (опционы на контрактацию – *options to contract*);
- опционы на переключение на другие проекты (*switching options*);
- опционы на обязательства по проекту (*liability options*).

Цена опциона (опционная премия, **ROV**, *real option value*) определяется согласно модифицированной формуле Блэка-Шоулза:

$$ROV = S \cdot e^{-\delta t} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rt} \cdot N(d_2),$$

где

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma} \sqrt{t},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t},$$

где

N(d) – интегральная функция нормального распределения;

N(d₁) – доля акций, необходимых для воспроизводства опциона колл;

N(d₂) – вероятность исполнения опциона колл в день истечения срока опциона;

S – текущая стоимость денежных потоков, ожидаемых от реализации той инвестиционной возможности, на право использования которой приобретен опцион;

X – текущая стоимость всех постоянных издержек, которые предполагается понести в период реализации инвестиционной возможности;

σ – среднее квадратическое отклонение темпов роста будущих притоков денежных средств;

t – период, в течение которого инвестиционная возможность остается открытой;

δ – стоимость, теряемая в течение срока действия опциона. Это могут быть расходы, понесенные в целях сохранения опциона (путем оттеснения конкурентов или создания необходимых условий для поддержания инвестиционной возможности), а также потеря части денежных потоков в пользу конкурентов, которые раньше приступили в реализации инвестиционной возможности (ставка в виде десятичной дроби);

r – доходность безрисковых ценных бумаг, срок погашения которых тот же, что и срок действия опциона.

Опционное мышление при построении дерева решений имеет качественное влияние на результат. При расчете чистой приведенной стоимости (**NPV**) не учитывается стоимость такого элемента, существенного для принятия инвестиционных решений, как адаптивность. Соответственно, реальные опционы наиболее важны для стратегического и финансового анализа. Опционная ставка учитывает «стоимость обучения». Это очень важно, поскольку стратегические решения редко принимаются в одночасье, особенно в капиталоемких отраслях промышленности. Именно поэтому **NPV**, базирующаяся на решениях типа «все или ничего», часто оказывается неадекватным инструментом оценки и такой ее недостаток даже поддается количественному измерению. Если модель реального опциона учитывает шесть переменных, то модель чистой приведенной стоимости – только две (текущую стоимость ожидаемых денежных потоков и текущую стоимость постоянных издержек).

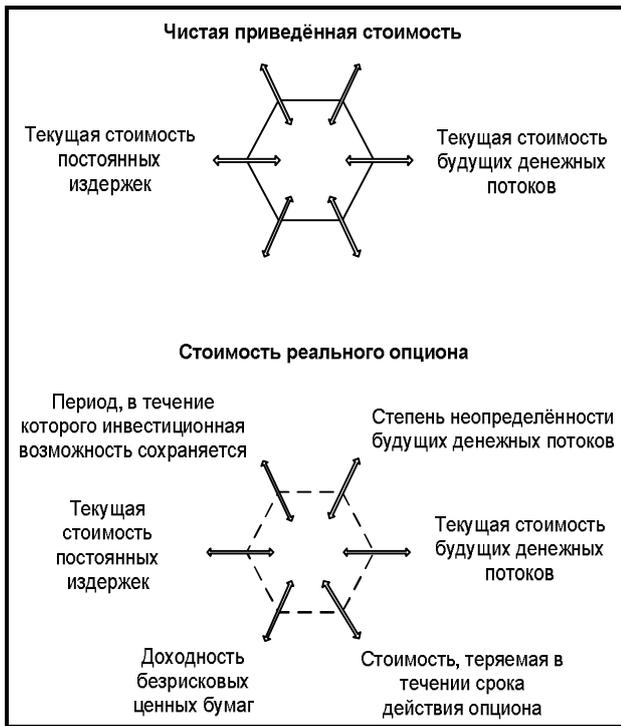


Рис. 3.2. Две методологии оценки

В исследованиях McKinsey предлагается шесть рычагов увеличения стоимости реальных опционов [94]:

- увеличение текущей стоимости ожидаемых операционных притоков денежных средств;
- снижение текущей стоимости ожидаемых операционных оттоков денежных средств;
- повышение неопределенности ожидаемых денежных потоков;
- растягивание срока действия инвестиционной возможности;
- уменьшение стоимости, теряемой в течение срока использования опциона;
- увеличение процентной ставки по безрисковым активам.

Полное дерево решений отображает все возможные стратегии. В предлагаемом в работе подходе, распределение ресурсов в рамках задачи параметрического программирования, т.е. принятие в каждый момент времени какого-либо решения выливается в построение дерева решений.

Нахождение узлов решений должно обеспечивать получение всех недоминируемых стратегий. Доминирование стратегий определяются на основе факторов, входящих в целевую функцию долгосрочного планирования. Это означает, что все решения, входящие в недоминируемые альтернативы, должны быть сделаны в корневом узле. Полезно использовать три правила построения дерева решений для обеспечения этого [88].

Первое правило заключается в том, что два последовательных узла решений объединяются. Это означает, что когда имеют место быть два последовательных узла, в которых принимается решения, их объединяют в один узел так, что в этом узле принимаются решения среди всех альтернатив сразу, вместо последовательности решений среди ограниченного набора альтернатив. Рис. 3.3 иллюстрирует это правило.

Данное правило позволяет выбирать непосредственно из альтернатив А, В и С, вместо того, чтобы выбирать сначала из А и В, а затем рассматривать альтернативу С.

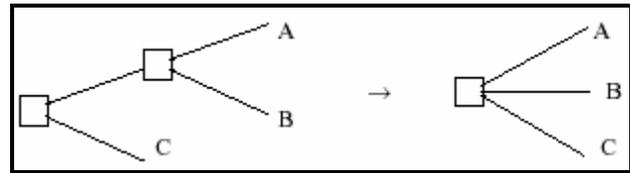


Рис. 3.3. Объединение узлов решений

Второе правило заключается в исключении из дерева решений доминируемых стратегий. Это означает, что можно отбросить альтернативу, которая генерирует доминируемую другими ветвями стратегию. Данное правило позволяет значительно сократить объем дерева решений.

Третье правило относится к случаю, когда есть узел события перед узлом решения, тогда решение откладывается рассмотрением всех возможных комбинаций решений. Это можно проиллюстрировать рис. 3.4.

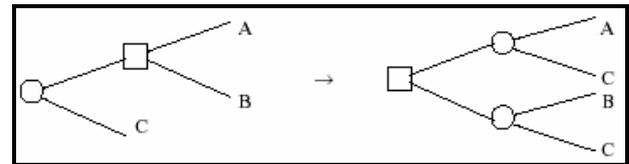


Рис. 3.4. Взаимное расположение узлов решений и узлов событий

Данное правило может явиться причиной быстрого роста числа альтернатив. В этом случае еще более важным становится использование второго правила в каждом узле решения в целях предотвращения того, что количество ветвей, исходящих из этого узла, станет слишком большим.

Используя данные правила, все решения, включающие недоминируемые узлы, оттягиваются до того момента, как будут пройдены все узлы событий. Далее может быть применен любой метод многокритериальных решений для проведения выбора среди недоминируемых альтернатив.

Построение дерева решений может потребовать значительных объемов машинной памяти, и требуемые вычисления могут занять очень много времени. Поэтому становится важным вопрос выделения недоминируемых стратегий. При таком подходе хорошо работает выбор внутри однотипных групп, например, оборудования. Но сравнение проектов, например, расширения объема оборотных средств с вложением в оборудование или строительством производственных помещений мало перспективно. Данная проблема разрешается увеличением ветвей в точке принятия решения. Иными словами, можно сразу выделить группы ресурсов, например, оборотные средства, активные основные производственные фонды, пассивные основные производственные фонды и прочие. Соответственно на это количество увеличится количество вариантов в задаче параметрического программирования. В рамках задачи стратегического планирования можно говорить о кратном увеличении вариантов. При этом надо учитывать, что выделение такого рода групп экспоненциально увеличивает продолжительность расчета задачи. Поэтому приходится выбирать чаще всего между двумя вариантами: ограничивать число групп или вводить правила для отсека бесперспективных ветвей в дереве решений. Для сокращения времени расчета можно вводить эвристические правила отсека бесперспективных «веточек». Тем самым

производится отбор желаемых сценариев [1]. В качестве таких правил может выступать, например, график денежного потока: если в некоторый момент времени предприятие подойдет к состоянию неплатежеспособности, то такая стратегия не может быть принята, поскольку при наличии случайных факторов на рынке нахождение на грани неплатежеспособности может обернуться настоящим банкротством. Количество таких правил может быть достаточно большим.

Авторами предлагается следующая обобщенная процедура построения дерева решений.

1. В узле решения (на первом шаге – корневой узел) рассчитывается задача линейного программирования, одновременно находятся множители Лагранжа, которые обеспечивают выбор недоминируемых стратегий среди ресурсов, используемых полностью в рамках одного цикла оперативного управления.
2. Определяется величина управляемости и изменчивости. Факторы упорядочиваются по убыванию модуля произведения коэффициента чувствительности фактора, изменчивости и управляемости им.
3. Определяется область устойчивости множителя Лагранжа, соответствующего фактору, который находится первым в рейтинге, составленном в п. 2.
4. Применяется управление в пределах области устойчивости в рамках его финансовой реализуемости (уменьшение или увеличение финансирования выбранной статьи затрат).
5. В случае достижения границы области устойчивости пункты 1-4 повторяются до момента финансовой нереализуемости дополнительных управлений.
6. Согласно правилу 2 построения дерева решений, все узлы решений агрегируются в один узел. Сформированный узел представляет собой точку принятия решения, и в единстве с последующим узлом событий образует элементарный этап в дереве решений, по продолжительности соответствующий оперативному управлению.
7. Если все события, сконцентрированные в узле событий согласно правилу 3, произошли, осуществляется переход к следующим узлам решений и прохождение в них процедур, описанных в пунктах 1-6.
8. По достижению всеми ветвями дерева решений горизонта планирования начинается обратное движение по дереву решений, при котором тем или иным выборам/решениям присваиваются взвешенные вероятности оценки полезности, вплоть до корневого узла.

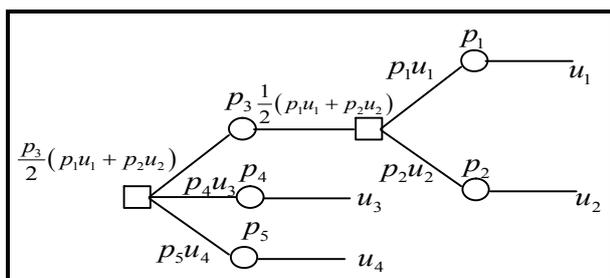


Рис. 3.5. Пример обратного хода по дереву решений при нейтральном отношении к риску лица принимающего решение

1. Шаги 1-8 повторяются в рамках имитационной модели заданное количество раз с уточнением полезности решений, причем основное внимание уделяется решениям в корневом узле.

2. Реализуется то решение, которое имеет максимальную взвешенную полезность.

Данная процедура позволяет обеспечить принятие оптимального решения, учитывающего предпочтения заинтересованных сторон, рисков, прогнозов развития, технологических параметров и т.д.

В ходе цикла шагов 1-8 происходит присваивание весов ветвям решений. Причем, надо отметить, что вес, присвоенный ветви решения, кроме исходящих из корневого узла в ходе каждого такого цикла не имеет большой смысловой нагрузки. Смысл обратного хода по дереву решений заключается в нахождении полезности решений, принимаемых в корневом узле. В ходе повторения шагов 1-8 на шаге 9 полезности решений в корневом узле, полученные в ходе каждого «прогона», используются для нахождения среднего арифметического полезностей. Согласно закону больших чисел, среднее арифметическое этих полезностей будет сходиться по вероятности к некоторым истинным полезностям решений. Значения последних являются основанием для проведения выбора на шаге 10. Количество прогонов должно определяться из условия достаточного доверительного уровня полезностей решений, принимаемых в корневом узле.

Для того чтобы определить последующие шаги, следует перемещаться по дереву решений в соответствии с принимаемыми решениями в последующие узлы, принимая вместо случайного процесса его средние. При необходимости, в случае недостаточного уровня значимости результата, совершая дополнительные итерации, принимая текущий узел решения за корневой.

Опционность мышления при построении дерева решений отражается в том, что, в итоге выбирается то решение, которое обеспечивает максимизацию целевой функции, обеспечивая необходимый уровень гибкости в планах развития.

Отсев доминируемых стратегий не ухудшает свойств имитационной модели, поскольку доминируемые стратегии, в любом случае, не должны быть и не будут реализованы. Поэтому будут справедливы оценки вероятностей на основе недоминируемых стратегий, которые имеют шанс быть реализованными на практике.

Приведенная итерационная процедура позволяет обосновывать решения, нацеленные на достижение долгосрочных целей компании. Что важно, данная модель позволяет проводить оперативную корректировку планов в зависимости от реально достигнутых результатов или снятия доли неопределенности будущего.

Таблица 3.1

МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ УРОВНЕЙ ПЛАНИРОВАНИЯ

Показатели	Методы	Основные задачи
Оперативное управление	Линейное программирование	Максимизация целевой функции в условиях ограниченных ресурсов
Тактическое планирование	Параметрическое программирование; анализ чувствительности.	Распределение доступного финансирования среди ресурсов, которые полностью используются в рамках одного периода тактического планирования
Стратегическое планирование	Дерево решений; имитационное моделирование; теория опционов.	Максимизация долгосрочной целевой функции с обеспечением достаточной гибкости в планах.

Таким образом, если рассмотреть всю систему в целом, то можно говорить об иерархической системе планирования. Данная система планирования построена на основе выделения уровней планирования в зависимости от горизонта планирования. А именно, придерживаясь классического разделения в зависимо-

сти от горизонта планирования, можно выделить стратегическое и тактическое планирование, а также оперативное управление. В соответствии с таким разделением можно выделить методы для решения задач на каждом уровне. Методы и задачи для каждого уровня планирования представлены в табл. 3.1.

Для оперативного управления в большинстве случаев хорошо подходит задача линейного программирования. В зависимости от конкретных условий, целевая функция оперативного управления выбирается с учетом специфики, в общем случае это может быть денежный поток.

Параметрическое программирование позволяет оптимизировать распределение средств среди ресурсов, которые полностью используются в рамках оперативного управления. Данный метод можно также расширить на другие группы ресурсов, но он будет работать эффективно только при выборе внутри групп однотипных ресурсов.

Стратегическое планирование осуществляется путем построения и анализа дерева решений в рамках имитационной модели. При этом следует уделить внимание обеспечению необходимой гибкости в планах, чтобы иметь возможность воспользоваться благоприятными условиями и быть способным нивелировать влияние неблагоприятных.

Такая глобальная система планирования позволит при ясно сформулированной цели развития компании реально выстроить компанию вокруг этой цели, добиться значительного уровня эффективности и достичь целевых показателей оптимальным образом.

3.5. Практическое использование результатов на предприятиях Удмуртской Республики

Определенные в данной главе процедуры были использованы в практической деятельности на различных предприятиях Удмуртской Республики, например, ООО «Фрахт Упаk», ООО «Удмуртская оценочная компания» и т.д.

В результате использования элементов модели на предприятии ООО «Фрахт Упаk» удалось существенно оптимизировать инвестиционную программу, которая была описана в предыдущей главе. Основными направлениями оптимизации были: выбор времени и объема инвестиций.

В результате расчетов выяснилось, что разумнее будет уменьшить объем первоначальных инвестиций с первоначальных 41 миллиона рублей до 7 миллионов рублей. При этом предполагалось, что будут вестись подготовительные работы по другим направлениям инвестирования, так чтобы предприятие могло значительно расширить свою инвестиционную программу в случае успеха первоначальных вложений. Таким образом, обеспечивался достаточный уровень гибкости планов развития, предприятие значительно снижало общий объем рисков, и было готово в кратчайшие сроки к значительному увеличению мощностей.

Кроме того, была выявлена избыточность первоначального объема инвестиций, поскольку предприятие могло добиться поставленных целей со значительно меньшими инвестициями. Это могло быть достигнуто за счет более эффективного планирования производства и инвестиционной программы. Общий планируе-

мый объем инвестиций снизился с 41 миллиона рублей до 28 миллионов рублей.

В практике оценочной деятельности, результаты данной главы также оказываются довольно полезными. В ходе работы с клиентами ООО «Удмуртская оценочная компания» выявился ряд основных путей использования результатов.

Поскольку многие предприятия не имеют текущего бизнес-плана, то встает вопрос построения базы для оценки бизнеса по доходному методу. Разработанный подход позволил осуществлять экспресс построение бизнес-плана для существующих предприятий на основе статистической информации об их деятельности их данных о производственной структуре.

В ходе выполнения заказов исследовались факторы, влияющие на стоимость компании. Основываясь на анализе чувствительности, изменчивости и управляемости факторов, выносились рекомендации о наиболее эффективных путях увеличения стоимости бизнеса клиентов. Данные расчеты также принимались во внимание при анализе сценариев развития предприятий.

Для создания возможностей к использованию благоприятной конъюнктуры определялись пути введения гибкости в планы развития компаний.

Работа, проводимая в рамках оценочной деятельности, получила высокую оценку, как со стороны клиентов, так и контролирующих организаций.

3.6. Полученные результаты и выводы

1. Использование множителей Лагранжа для построения дерева решений и ряд разработанных процедур работы с деревом решений позволяют перейти от выбора среди заранее определенных стратегий к системе генерации стратегий. Система генерации стратегий является одной из основных особенностей динамического стратегического планирования.

2. Построена иерархическая структура планирования: оперативное управление описывается задачей линейного программирования; тактическое планирование описывается в рамках задачи параметрического программирования на множестве ресурсов, полностью используемых в рамках цикла оперативного управления; стратегическое планирование обеспечивается инструментами теории игр, многокритериальной теории полезности, теории опционов, имитационного моделирования.

3. В связи с использованием имитационной модели и дерева решений значимым становится вопрос о скорости расчета задачи линейного программирования, лежащего в основании всего алгоритма. В таких задачах проявляются сильные стороны приближенных методов решения, итерации которых проходят внутри области определения задачи линейного программирования. Приближенность расчетов не снижает их ценности в условиях серийного и массового производства.

4. Множители Лагранжа, дополненные понятиями изменчивости и управляемости факторов, являются достаточным основанием для принятия решений для выбора среди множества факторов.

5. При построении дерева решений становится актуальным вопрос выделения недоминируемых стратегий. Оно позволяет сильно уменьшить объем вычислений и упростить задачу, не снижая качественных характеристик модели. В работе предложены правила

для построения дерева решений и выделения недоминируемых стратегий.

6. Учитывается тот факт, что классическое дерево решений работает с проектными рисками несколько некорректно, поэтому рекомендуется использовать теорию опционов при построении дерева решений. В работе представлена процедура, которая позволяет оценить степень гибкости, предоставляемую теми или иными решениями, а также учитывать эту величину гибкости при принятии решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В работе предложена модель оптимального управления долгосрочным развитием преимущественно производственной компании с серийным или массовым производством, действующей на конкурентном рынке. Данная модель является базой для системы принятия решений в области долгосрочного управления компанией, с возможностями мониторинга и оперативной коррекции в зависимости от достигнутых результатов, и нацелена на создание стоимости.

2. Стоимость компании – критерий оценки финансового благополучия, который дает комплексное представление об эффективности управления бизнесом. Управление стоимостью компании – инновационный подход, приобретающий все большую и большую популярность. Данный критерий в наибольшей степени удовлетворяет собственников бизнеса и, в условиях отсутствия монополий и экстерналий, обеспечивает максимизацию социального благосостояния. Кроме того, данный подход позволяет решить проблему многомерности целевой функции.

3. Компания не может максимизировать свою стоимость без учета интересов заинтересованных сторон, потому что, кроме интересов, данные заинтересованные стороны имеют еще и довольно мощные рычаги влияния на деятельность компании. Следовательно, при долгосрочном планировании должны учитываться предпочтения заинтересованных сторон. Определение единой целевой функции в виде повышения стоимости компании позволяет находить компромисс между различными заинтересованными сторонами.

4. Удобный инструментарий для построения целевой функции и выстраивания вокруг нее деятельности компании предоставляет комбинация многокритериальной теории полезности и управленческих эквивалентов теории заинтересованных сторон. Имея много общего, в комбинации эти теории позволяют достичь новых эффектов. Многокритериальная теория полезности дает возможность построения четкого и обоснованного критерия, а управленческие эквиваленты теории заинтересованных сторон позволяют на практике выстроить деятельность компании вокруг данной целевой функции таким образом, чтобы наиболее полно достичь результата.

5. Структура целевой функции сильно влияет на возможности использования сформулированного критерия для целей мониторинга стоимости и оценки принимаемых решений. Мониторинг стоимости особенно важен в виду невозможности проведения быстрой и дешевой полноценной оценки бизнеса. Предлагаемое в работе представление стоимости компании в виде суммы скорректированных чистых активов и гудвилла дает прекрасные возможности для мониторинга стоимости преимущественно производственного предприятия.

6. Наиболее логичным и естественным является использование для оперативного управления целевой функции в виде максимизации операционного денежного потока, при наличии ограничений на производственную программу со стороны производственной структуры, структуры запасов и рыночной конъюнктуры. Она наиболее полно отвечает долгосрочной целевой функции и, хотя, не соответствует ей полностью, но позволяет проводить кусочно-линейную аппроксимацию оптимальной траектории развития предприятия.

7. Использование множителей Лагранжа для построения дерева решений и ряд разработанных процедур работы с деревом решений позволяют перейти от выбора среди заранее определенных стратегий к системе генерации стратегий. Система генерации стратегий является одной из основных особенностей динамического стратегического планирования.

8. Построена иерархическая структура планирования: оперативное управление описывается задачей линейного программирования; тактическое планирование описывается в рамках задачи параметрического программирования на множестве ресурсов, полностью используемых в рамках цикла оперативного управления; стратегическое планирование обеспечивается инструментами теории игр, многокритериальной теории полезности, теории опционов, имитационного моделирования.

9. В связи с использованием имитационной модели и дерева решений значимым становится вопрос о скорости расчета задачи линейного программирования, лежащего в основании всего алгоритма. В таких задачах проявляются сильные стороны приближенных методов решения, итерации которых проходят внутри области определения задачи линейного программирования. Приближенность расчетов не снижает их ценности в условиях серийного и массового производства.

10. Множители Лагранжа, дополненные понятиями изменчивости и управляемости факторов, являются достаточным основанием для принятия решений для выбора среди множества факторов.

11. При построении дерева решений становится актуальным вопрос выделения недоминируемых стратегий. Оно позволяет сильно уменьшить объем вычислений и упростить задачу, не снижая качественных характеристик модели. В работе предложены правила для построения дерева решений и выделения недоминируемых стратегий.

12. Учитывается тот факт, что классическое дерево решений работает с проектными рисками несколько некорректно, поэтому рекомендуется использовать теорию опционов при построении дерева решений. В работе представлена процедура, которая позволяет оценить степень гибкости, предоставляемую теми или иными решениями, а также учитывать эту величину гибкости при принятии решений.

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

a_{ijk} – фонд времени, используемый видом k ресурсов на выпуск изделия i по технологии j ;

b_k – доступный объем складских помещений вида k ;

b_{ijk} – расход исходных продуктов типа k для производства изделия i по технологии j ;

b_k^{max} – максимальное предложение исходных продуктов типа $k \in K_3$;

BV – балансовая стоимость (*Book Value*);
CFROI – доходность инвестиций, полученная на основе потока денежных средств (*Cash Flow Return on Investment*);
DF – размер фонда развития производства на момент реализации текущей программы развития без средств, полученных от ликвидации части оборудования (*development fund*);
EVA – экономическая добавленная стоимость (*Economic Value Added*);
f – целевая функция задачи оперативного управления;
GCV – рыночная стоимость компании (*Going Concern Value*);
k – шкалирующая константа целевой функции;
k_i – коэффициент целевой функции задачи долгосрочного планирования;
K₁ – множество трудовых ресурсов;
K₂ – множество типов оборудования;
K₃ – множество типов исходных продуктов, учитываемых дифференцированно по видам.
K₄ – множество типов исходных продуктов;
L_i – количество альтернативных технологий производства изделий вида *i* ;
LV_{кt}⁻ – ликвидационная стоимость единицы наличного оборудования типа *k* (*liquidation value*);
MVA – рыночная добавленная стоимость (*Market Value Added*);
N – число видов изделий, производство которых возможно в рассматриваемом периоде с учетом реализации инвестиционного процесса;
n – количество факторов целевой функции задачи долгосрочного планирования;
P – количество возможных источников финансирования;
PI – множество, принадлежность к которому означает независимость по полезности множества факторов по предпочтению;
PP_{кt}⁺ – затраты на приобретение единицы нового оборудования типа *k* , прослужившее *t* периодов времени (*purchase price*);
PV – текущий эквивалент стоимости;
q_k – затраты площадей склада материалов на единицу материала вида *k* ;
Q – общая площадь склада материалов;
r = (r_k) , вектор, задающий производственную структуру;
r_{кt} – количество единиц трудовых ресурсов, имеющих опыт работы *t* лет, и оборудования, прослужившего *t* лет, вида *k* ;
ROV – цена опциона, опционная премия (*real option value*);
S_k – максимальное предложение исходных продуктов типа *k* $k \in K_3$;
s_k – количество исходных продуктов *k* , обеспечиваемых программой материально-технического снабжения;
SVA – добавленная акционерная стоимость (*Shareholder Value Added*);

T_k – число рабочих часов трудовых ресурсов и активных основных производственных фондов вида *k* в текущем периоде;
UI – множество, принадлежность к которому означает независимость по полезности множества факторов от его дополнения;
u(x) – общая функция полезности, целевая функция долгосрочного планирования;
u_i(x_i) – условная функция полезности для фактора **X_i** ;
V_p – заданное предложение финансовых средств из источника **p** ;
VBM – управление стоимостью (*Value Based Management*);
WACC – средневзвешенная цена капитала (*Weighted Average of Capital Cost*);
X_i – фактор целевой функции;
x_i – значение фактора целевой функции;
x_{ij} – количество изделий вида *i* , производимых по технологии *j* ;
Yield_i^{max} – максимальный объем выпуска изделий вида *i* ;
Yield_i^{min} – минимальный объем выпуска изделий вида *i* ;
λ – множитель Лагранжа, двойственная оценка задачи линейного программирования;
ξ_k – норма затрат производственных помещений для единицы ресурса вида *k* ;
Э – общая площадь производственных помещений.

Литература

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2000.
2. Анферов М.А., Селиванов С.Г. Структурная оптимизация технологических процессов в машиностроении. – Уфа: Филем, 1996 г.
3. Базилевич А.А. Математические модели технико-экономического планирования. – Л., 1972 г.
4. Балакирева Е.В. Оптимальное планирование и управление на предприятиях с непрерывной технологией. – М.: ЦНИИТЗИ, 1985 г.
5. Балашевич В.А. Математические методы в управлении производством. – Минск, 1976 г.
6. Бельюков А. От закупок до продаж // Ведомости. – 2002. – 8 апр.
7. Блем А.Г., Блем И.Н. Некоторые модели межцехового оперативного планирования машиностроительного производства. / В сб. ст.: Модели и методы управления производством. – Новосибирск: Наука Сиб. отд-е, 1986 г.
8. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организованными системами. – М.: Наука, 1994 г.
9. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2003. – 352 с.
10. Волконский В.А. Модель оптимального планирования и взаимосвязи экономических показателей. – М.: Наука, 1967 г.
11. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. – М.: Знание, 1979.
12. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.: Мир, 1985.
13. Гладышевский А.И. Методы и модели отраслевого экономического прогнозирования. – М.: Наука, 1977 г.

14. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Финансы и статистика, 1999 г.
15. Десмонд Гленн М., Келли Ричард Э. Руководство по оценке бизнеса. – М.: РОО, 1996. – 264с.
16. Дж.фон Нейман, О.Моргенштерн Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970.
17. Доля В.И. Об оптимальном планировании непрерывного производства. – Киев, 1978 г.
18. Дончак Л.Я., Романовский М.В. Оптимизация планирования в промышленности. – Л.: Лениздат, 1973 г.
19. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов решений. – М.: Наука, 1986 г.
20. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. /Под ред. Б.А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 1999.
21. Дюкалов А.Н. Некоторые задачи прикладной математической экономики. – М.: Наука, 1983 г.
22. Егерев И.А. Стоимость бизнеса: Искусство управления. – М.: Дело, 2003. – 480с.
23. Жуковин В.Е. Многокритериальные модели принятия решений с неопределенностью. – Тбилиси: Мецниереба, 1983 г.
24. Зубанов Н.В., Пестриков С.В. Анализ устойчивости функционирования экономических систем относительно поставленных целей. – Самара: Изд-во Самарского государственного технического университета, 1999 г.,
25. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Прогресс, 1975 г.
26. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем. – М.: Высшая школа, 1991 г.
27. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. – Л.: Издательство ЛГУ, 1939 г.
28. Кармлинский А.М., Нестеров П.В. Информатизация бизнеса. – М.: Финансы и статистика, 1997 г.
29. Кашеев Р., Базов С. Управление акционерной стоимостью Издательство ДМК Пресс, Москва, 2002 г.
30. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981 г.
31. Клинцов В. Инвестиционный процесс – правила победителя // Ведомости. – 2002. – 23 апр.
32. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 2000.
33. Колесников С.Н. Стратегия бизнеса: управление ресурсами и запасами. – М.: Статус-Кво 97. , 2000.
34. Коупленд Т., Колер Т., Мури Д. Стоимость компаний: оценка и управление. – М.: ОЛИМП-БИЗНЕС, 1999.
35. Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.В. Математическое программирование. – М.: Высш. Школа, 1980 г.
36. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987 г.
37. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. – М.: Физматлит, 1996 г.
38. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. – М.: Издательство МАИ, 1995 г.
39. Лескин А.А. Алгебраические модели гибких производственных систем. – М.: Наука, 1986 г.
40. Лехтман А.И., Шуман Я.Э. Автоматизированная система текущего планирования основного производства предприятий с непрерывной технологией. / В сб. тр.: Оперативное планирование и управление производством. – М.: ЦНИИКА, 1985 г.
41. Макаров И.М. и др. Теория выбора и принятия решений. – М.: Наука, 1982 г.
42. Машулин И.К. Методы и модели векторной оптимизации. – М.: Наука, 1986 г.
43. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов: (Вторая редакция). – М.: ОАО «НПО «Изд-во «Экономика», 2000.
44. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982 г.
45. Павлов К.В. Общая теория социально-экономической политики. – Ижевск: Изд-во Удмуртского гос. Университета, 1998 г.
46. Парамонов Ф.И. Моделирование процессов производства. – М.: Машиностроение, 1984 г.
47. Плещинский А.С. Оптимизация инвестиционных проектов предприятия в условиях рыночной экономики // Экономика и математические методы. – 1995. – Т.31. – № 3. – С. 81-90.
48. Подиновский В.В. Методы многокритериальной оптимизации. – М.: Наука, 1971г.
49. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982 г.
50. Полищук Л.И. Анализ многокритериальных экономико-математических моделей. – М.: Наука, 1989 г.
51. Портер М., Миллар В. Роль информации в достижении конкурентных преимуществ // Конкуренция / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2000. – С.85-107.
52. Португал В.М., Павленков М.Н. Автоматизация годового планирования машиностроительного производства. – М.: Машиностроение, 1987 г.
53. Розен В.В. Цель – оптимальность – решение: Математические модели принятия оптимальных решений. – М.: Наука, 1982 г.
54. Розин Б.Б., Гейфман Р.С. Экономико-математические исследования на металлургическом заводе. – М.: Металлургия, 1966 г.
55. Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки. – Киев: Наукова Думка, 1989 г.
56. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991 г.
57. Соболь И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М.: Наука, 1981 г.
58. Катулев А.Н., Михно В. Н., Виленчик С.Н., др. Современный синтез критериев в задачах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1992. – 119.
59. Соколицын А.С. Применение математических методов в экономике и организации машиностроительного производства. – Л.: Лениздат., 1970 г.
60. Степанов Д. Value-Based Management и показатели стоимости – World Wide Web: cfin.ru/management/finance/value-based_management.shtml.
61. Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций, 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
62. Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегий. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998.
63. Точилин В.А. Корректность экономико-математических моделей. – Киев: Наук. Думка, 1989 г.
64. Уланов Г.М. и др. Методы разработки интегрированных АСУ промышленными предприятиями. – М.: Энергоатомиздат, 1983 г.,
65. Управление производством: Учебник / Под ред. Н.А. Соломатина.- М.: ИНФРА-М, 2001 г.
66. Федоренко Н.П. Оптимизация экономики. – М.: Наука, 1977 г.
67. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием. // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – №4.
68. Цодиков Ю.М. Математическое обеспечение типовых систем управления непрерывным производством. В сб.: ЭВМ в задачах управления. – М.: ИПУ, 1983 г. – 34 с.
69. Шалаева Е.В. Математические модели оптимизации показателей хозяйственной деятельности предприятий машиностроения: Автореф... канд. экон. наук. – Ижевск, 2002. – 20 с.
70. Шарп У.Ф., Александер Г.Дж., Бэйли Дж. В. Инвестиции. – М.: ИНФРА-М, 1998.
71. Швец Д. Какой потенциал в производстве? // Ведомости. – 2002. – 16 апр.

72. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения. – М.: Радио и связь, 1992 г.
73. Щукин В.Н. Оптимизация производственной структуры отрасли и промышленного предприятия. – Новосибирск: Наука, 1973 г.
74. Щукин В.Н., Архипенков С.М. Экономико-математические модели производственной структуры предприятия. – М.: Экономика, 1973 г.
75. Экономика предприятия: Учебник для вузов / Под ред. Проф. Горфинкеля В.Я., проф. Купрякова Е.М. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996.
76. R.N. Anthony. Planning and Control Systems: A Frameworks for Analysis, Harvard University Graduate School of Business Administration, Boston, 1965.
77. Ascher, W. Forecasting: An Appraisal for Policy-Makers and Planners, Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA. – 1978.
78. A. Black, P. Wright, J. Bachman In search of Shareholder Value. London, 1998. P. 84-90.
79. Black, Fischer & Scholes, S Myron The pricing of options and corporate liabilities // Journal of Political Economy, 1973, Vol. 81, No 3, pp. 637–654.
80. Brealey, R. and Myers, S., Principles of Corporate Finance, McGraw-Hill, 4th edition, 1991.
81. Cohen, J.H. Multiobjective Analysis in Water Resources Planning, Water Resources Research. – 1973. – Vol. 9. – No. 4. – pp. 333-340.
82. de Neufville, R. Airport Systems Planning and Design – a Critical Look and the Methods and Experience, Macmillan, London, and MIT Press, Cambridge, MA – 1976.
83. de Neufville, R. and Marks, D., eds. System Planning and Design – Case Studies in Modeling, Optimization and Design – NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs – 1974.
84. de Neufville, R. Dynamic Strategic Planning for Technology Policy. – World Wide Web: ardent.mit.edu/real_options/Real_opts_papers/dnamic_strategic_planning_for_technology_policy.pdf.
85. Douglas Clinton, Shimin Chen. Perspectives on the Performance Measures // Management Accounting. October, 1998. – P. 38-43.
86. Faulkner, T. Applying 'Option thinking' to R&D Valuation, Industrial Research. – 1996. – pp. 50-57.
87. Fisher, R. and Ury, W. with Patton, B., ed. Getting to Yes; Negotiating Agreement without giving in, Houghton Mifflin, Boston, MA. – 1981.
88. Godinho, P.C. and Costa, J.P. Incorporating Risk in a Decision Support System for Project Analysis and Evaluation. In: Kantarelis, D. (Ed.), Business and Economics for the 21st Century – V. III, Business & Economics International, Worcester, 1999, pp.90-101.
89. H.J. Greenberg. Mathematical Programming Glossary. World Wide Web, <http://www.cudenver.edu/~hgreenbe/glossary/>, 1996-2004.
90. Herath, H.S. and Park, C.S. Economic Analysis of R&D Projects: An Option Approach, The Engineering Economist, Vol. 44, No. 1, 1999, pp. 1-35.
91. Hertz, D.B., Thomas, H., Risk Analysis and its Applications, John Wiley and Sons, 1983.
92. M. Jensen. Value Maximization, Stakeholder Theory, and the Corporate Objective Function // Journal of Applied Corporate Finance, V. 14, N 3, Fall 2001, P. 8-21.
93. R.S. Kaplan, D.P. Norton The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. – Cambridge Mass.: HBS Press, 1996.
94. J. Keith. Leslie and Max P. Michaels The real power of real options // The McKinsey Quarterly, 1997, No. 3.
95. Kevin P. Coyne, Somu Subramaniam Bringing discipline to strategy // Strategy in an uncertain world. – The McKinsey Quarterly, 2000 – N. 3.
96. Kulatilaka, N. The value of flexibility: The case of dual-fuel industrial steam boiler – Financial Management. – 1993. – Vol. 22. – No.3. – pp. 271-279.
97. Lustig J., Marsten R.E., and Shanno D.F. On Implementing Mehrotra's predictor-corrector interior point method for linear programming, SIAM J. Optimization 2 (1992) 435-449.
98. Lynch, M. An Analysis and Forecasting of Petroleum Supply: Sources of Error and Bias, in Energy Watchers VII, ed. by Dorothea H. El Mallakh, International Research Center for Energy and Economical Development – 1996.
99. Madden B.J. The CFROI Valuation Model // The Journal of Investing. Spring, 1998. – P. 31-44.
100. Mahoney William F. EVA-CFROI: Monsanto Focusing on New Metrics to Improve Business Valuation. // Valuation Issues. May/June. 1996. – P. 1-4.
101. Mehrotra S. On the implementation of a primal-dual interior point method, SIAM J. Optimization 2 (1992) 575-601.
102. Nichols, N. Scientific Management at Merck: An Interview with CFO Judy Lewent. – Harvard Business Review. – 1994. – Jan.-Feb. – pp. 89-99.
103. Nissim D., Penman S.H. Ratio Analysis and Equity Valuation. Grade School of Business, Columbia University; Haas School of Business, University of California at Berkley, 1999. P. 5-19.
104. Rappoport A. Creating Shareholder Value: The New Standard for Business Performance. – Simon & Schuster. – 1998.
105. Senge, Peter The Fifth Discipline, Doubleday, New York, 1990.
106. Trigeorgis, L. and Mason, S.P. Valuing Managerial Flexibility, Midland Corporate Finance Journal, Spring 1987, pp. 14-21.
107. Trigeorgis, L. Real Options – Managerial Flexibility and Strategy in Resources Allocation. – MIT Press, Cambridge. – 1996.
108. Ury, W. Getting Past No: Negotiating with Difficult People, Bantam Books, New York, NY. – 1991.
109. Zhang Y., and Zhang D. On polynomiality of the Mehrotra-type predictor-corrector interior-point algorithms, Mathematical Programming 68 (1995) 303-318.

Лялин Вадим Евгеньевич