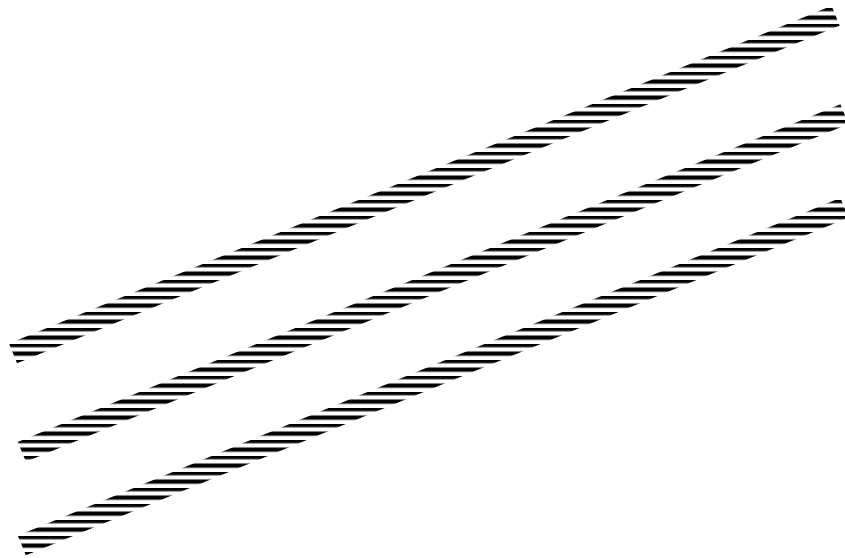


**В.В. ФИДАРОВ, Б.И. ГЕРАСИМОВ, А.П. РОМАНОВ**

**ФОРМИРОВАНИЕ  
ТОВАРНО-АССОРТИМЕНТНОЙ  
ПОЛИТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ  
В УСЛОВИЯХ  
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**



**Издательство ТГТУ**



Ф79      Формирование товарно-ассортиментной политики организации в условиях неопределенности: Монография. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 152 с.

В монографии рассмотрены вопросы формирования товарно-ассортиментной политики организации в условиях неопределенности на базе социально-экономической теории и диалектического метода познания.

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

УДК 336.763  
ББК У9(2)

ISBN 5-8265-0307-6

© Фидаров В.В., Герасимов Б.И.,  
Романов А.П., 2004  
© Тамбовский государственный  
технический университет (ТГТУ),  
2004

Научное издание

ФИДАРОВ Вадим Валерьевич,  
ГЕРАСИМОВ Борис Иванович,  
РОМАНОВ Анатолий Петрович

**ФОРМИРОВАНИЕ  
ТОВАРНО-АССОРТИМЕНТНОЙ  
ПОЛИТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ  
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Монография

Редактор И.А. Денисова  
Технический редактор М.А. Евсейчева  
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано к печати 15.07.2004  
Формат 60 × 84/16. Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать офсетная  
Объем: 8,84 усл. печ. л.; 9,00 уч.-изд. л.  
Тираж 400 экз. С. 510<sup>М</sup>

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

---

Управление товарным ассортиментом является ключевой функцией менеджмента каждого промышленного предприятия. Неоптимальная структура ассортимента приводит к снижению потенциального уровня прибыли, потере конкурентных позиций на перспективных потребительских и товарных рынках и, как следствие, – к снижению экономической устойчивости предприятия.

В целях повышения стратегической конкурентоспособности фондоемкие производства вынуждены вовлекать в хозяйственную деятельность затратно-емкие бизнес-процессы. Следовательно, значимость ошибки в случае расхождения плановых и фактических показателей всегда высокая, что объясняется иммобилизацией части капитала на убыточных или менее выгодных направлениях.

Развитие экономики в условиях рынка неизбежно сопровождается усложнением социально-экономических связей и, следовательно, ростом неопределенности как внешней, так и внутренней среды. В настоящее время многие отечественные и зарубежные фирмы функционируют в условиях стратегических неожиданностей, что затрудняет построение адекватных математических оптимизационных моделей. В условиях неопределенности существующие модели оптимизации товарного ассортимента не обеспечивают адекватности и надежности плана в долгосрочном периоде, поскольку в значительной степени зависят от точности статистических и аналитических прогнозов, экспертных оценок. Однако, на современном этапе эволюционного развития общества, научно-технического прогресса, в условиях рыночной экономики совершенствование математического аппарата для снижения погрешностей прогнозирования в задачах формирования товарно-ассортиментной политики, как правило, неоправданно, что связано предельной полезностью получения дополнительной информации. Повышение определенности планирования ведет к увеличению издержек в геометрической прогрессии.

Неизбежность участия человека – лица, принимающего решения (ЛПР) в выработке соответствующих управленческих решений, предполагает наличие эффективных процедур формализации обработки предпочтений и суждений ЛПР на уровне естественного языка, в большей степени, касающегося рискованных вложений капитала.

Бесспорно, для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После второй мировой войны в рамках теории управления (менеджмента) стала развиваться самостоятельная дисциплина – экспертные оценки.

Методы экспертных оценок – это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов, выраженных в количественной и/или качественной форме, с целью подготовки информации по принятию решений ЛПР. Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

Использование экстраполяционных методов эффективно лишь в краткосрочном периоде при стабилизации экономических отношений, когда становится возможным предсказать некоторый комплекс решений управленцев, а также процесс их реализации в знакомых ситуациях. Получение более точных прогнозных оценок будущих событий, на наш взгляд, возможно лишь при разработке моделей рефлексивной динамической реакции ЛПР (включающей время на ответную реакцию, а также адекватность реагирования) на воздействие случайной комбинации различного рода факторов окружающей среды. Тогда, как мы полагаем, станет возможным смоделировать поток каких-либо сигналов в определенный промежуток времени и спрогнозировать с помощью аппарата индикативного управления наиболее вероятное поведение управленческого персонала предприятий-конкурентов, контрагентов и т.д. Однако следует отметить, что даже если с помощью таких наук, как социальная психология, статистика, философия и т.д. удастся смоделиро-

вать человеческое поведение, в данном случае поведение руководителей предприятия, то предсказать научно-технические открытия, область приложения фундаментальных исследований, а также возможности воплощения результатов исследования в конкретном товаре в каком-либо промежутке времени, практически невозможно, по крайней мере, в ближайшие десятилетия.

## **1 НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, НЕЧЕТКОСТЬ И НЕДООПРЕДЕЛЕННОСТЬ В УПРАВЛЕНИИ**

Неопределенность.

Классификация видов неопределенности

Практически каждое решение принимается человеком в условиях неопределенности, т.е. недостатка информации о существующих фактах и вероятных будущих событиях. Неопределенность увеличивается в геометрической прогрессии с удалением предполагаемого события во времени.

Если бы не было условий неопределенности, человек для принятия решений не был бы нужен. Выбор из существующих альтернатив, даже имеющих вероятностный (но определенный) характер, вполне может осуществить компьютер на основании разработанного алгоритма. Человек же преодолевает условия неопределенности волевым решением.

Особенное значение учет условий неопределенности в принятии решений приобретает в России. За годы планирования многие менеджеры привыкли к высокой степени определенности. Объемы производства, цены, ассортимент как фирмы, так и «конкурентов» определялись на довольно длительный промежуток времени и спускались сверху. Поэтому и решения управленцев не требовали каких-либо познаний в области условий неопределенности. С переходом от плановой экономики многие предприятия вышли из-под государственного контроля, что повлекло рост степени неопределенности.

Неопределенность – это «открытые задачи, в которых принимающий решение не знает всей совокупности действующих факторов и должен сформулировать множество гипотез, прежде чем их оценивать». Ситуация полной неопределенности характеризуется тем, что выбор конкретного плана действий может привести к любому исходу из фиксированного множества исходов, но вероятности их осуществления неизвестны. Выделяют два случая: а) вероятности не известны в силу отсутствия необходимой статистической информации; б) ситуация не статистическая и об объективных вероятностях говорить вообще не имеет смысла (это ситуация чистой неопределенности в узком смысле). «Чистая» неопределенность довольно часто встречается в экономике, ведь решения (особенно стратегические) принимаются каждой конкретной фирмой в уникальных условиях.

Различают следующие виды неопределенности:

- 1) объективная («природы»);
- 2) неопределенность из-за отсутствия достаточной информации;
- 3) стратегическая, вызванная зависимостью от других субъектов рынка;
- 4) порожденная слабоструктурируемыми проблемами;
- 5) вызванная нечеткостью как процессов и явлений, так и информации, их описывающих;
- 6) перспективная (появление непредусмотренных факторов);
- 7) ретроспективная (отсутствие информации о поведении объекта в прошлом):
  - а) информацию можно восстановить;
  - б) информацию можно восполнить перспективной;
  - в) информацию нельзя ни восстановить, ни восполнить.
- 8) техническая – невозможность предсказать результаты принимаемых решений;
- 9) стохастическая;
- 10) неопределенность целей;
- 11) неопределенность условий.

Ситуацию полной неопределенности следует отличать от риска. Под риском понимают ситуацию, в которой люди не знают точно, что случится, но представляют вероятность каждого из этих исходов. Неопределенность же означает недостаток информации о вероятных будущих событиях.

Необходимо отметить, что неопределенность не есть что-то безусловно отрицательное для фирмы и она не должна обязательно снижать ее уровень. Неопределенность затрудняет принятие решений фир-

мой, но она мешает и принятию решений конкурентов. Поэтому фирма может (и должна) в случае, если она имеет весомую рыночную долю, сама создавать дополнительную неопределенность.

Всякая ошибка конкурентов – предоставленная нам возможность. Соответственно, «предприятие должно стремиться расширять собственные области решений и сужать аналогичные поля конкурентов».

Основным приемом снижения уровня неопределенности, конечно, является получение дополнительной информации. Следовательно, возникают следующие вопросы: во-первых, сколько будет стоить эта информация, а во-вторых, сколько времени потребуется для ее получения. Поэтому необходимо соблюдать баланс точность/время и точность/цена. Нет смысла получать очень точную информацию, если она будет стоить больше возможных потерь или к моменту получения полной информации момент для принятия решения будет упущен. Среди других приемов «обороны» от неопределенности можно отметить *создание зоны стабильности* – это вертикальная и горизонтальная интеграция. Другим методом является *система резервов* – привычный, но не слишком эффективный способ. Одновременно и сама *стратегия* позволяет снять субъективную неопределенность, поскольку в ходе ее формирования руководящий персонал определяет цели, критерии, мотивы деятельности.

При перспективном и оперативном планировании работы предприятия возникает необходимость в учете ряда случайных факторов, существенно влияющих на процесс производства. К таким факторам относятся спрос, который не всегда может быть предсказуем, непредусмотренные сбои в поступлении сырья, энергии, рабочей силы, неисправности и аварии оборудования. Еще больше случайных факторов необходимо учитывать при планировании производства, эффективность которого зависит от климатических условий, урожайности и т.д.

Таким образом, неопределенность оказывает значительное влияние на фирму и должна учитываться фирмой при формировании ассортиментной политики.

В управленческих задачах могут присутствовать несколько видов неопределенности. Эффективность поиска оптимальных решений существенно зависит от методов описания и анализа имеющейся в задаче неопределенности, насколько адекватно эти методы могут отразить реальную ситуацию. Однако из-за концептуальных и методических трудностей, в настоящее время не существует единого методологического подхода к решению задач, содержащих элементы неопределенности. Тем не менее, накоплено достаточно большое число методов формализации постановки и принятия решений с учетом неопределенностей. При использовании этих методов следует иметь в виду, что все они носят рекомендательный характер, и выбор окончательного решения всегда остается за человеком (ЛПР).

Случай, когда неопределенные факторы заданы распределением, соответствует ситуации риска. Этот случай может учитываться двумя путями. Первый – анализом адаптивных возможностей, позволяющих реагировать на конкретные исходы; второй – методически, при сопоставлении эффективности технических решений.

Суть первого подхода заключается в том, что законы распределения отдельных параметров на этапе проектирования могут быть определены с достаточной степенью приближения на основе сопоставления с аналогами, из физических соображений или на базе статистических данных и данных прогнозов.

Методический учет случайных факторов, заданных распределением, может быть выполнен двумя приемами: заменой случайных параметров их математическими ожиданиями (сведением стохастической задачи к детерминированной) и «взвешиванием» показателя качества по вероятности (этот прием иногда называют «оптимизация в среднем»).

### Нечеткость

Исторически первыми появились вероятностно-статистические методы, и на сегодняшний день они являются наиболее развитыми. Эти методы описания и анализа неопределенности являются основой для принятия решений в условиях риска, а большинство задач, решаемых людьми как в деловой сфере, так и в обыденной жизни, имеют рискованный характер. Несмотря на развитие вероятностных методов, они не могут являться универсальным средством для описания всех типов неопределенностей в задачах принятия решений. Это относится, прежде всего, к слабоструктурируемым проблемам и задачам с нечеткой исходной информацией.

Использование нечетких словесных понятий, которыми оперирует ЛПР, позволяет ввести в рассмотрение качественные описания и учесть неопределенность в задачах принятия решений, достигнуть более полного описания всех факторов, имеющих отношение к данной задаче и не поддающихся точному количественному описанию.

Заде Л. противопоставил понятия «неточность» и «случайность». Он поставил под сомнение интуитивно принимаемое допущение, что неточность независимо от ее природы может быть отождествлена со случайностью. По его мнению, следует различать случайность и нечеткость, так как именно нечеткость является основным источником неточности во многих процессах принятия решений. Под нечеткостью при этом понимается тот тип неточности, который связан с такими классами объектов, в которых нельзя указать определенную границу, отделяющую элементы, принадлежащие к данному классу, и элементы, ему не принадлежащие. Например, в класс мягких предметов входят предметы мягкие в различной степени.

Важно подчеркнуть, что теория нечетких множеств не призвана конкурировать с теорией вероятностей и статистическими методами, она заполняет пробел в области структурируемой неопределенности там, где нельзя корректно применять статистику и вероятность. Методы, основанные на подходе Л. Заде, не могут дать окончательного критерия отбора, их задача – отбросить неконкурентноспособные, выделить наиболее перспективные. Использование методов теории нечетких множеств позволяет, подобно принципу Парето, «сжать» множество возможных альтернатив.

Преимуществами нечетких моделей являются:

- нечеткие множества идеально описывают субъективную активность лиц, принимающих решения (ЛПР). Неуверенность эксперта в оценке может моделироваться функцией принадлежности, носителем которой выступает допустимое множество значений анализируемого фактора. Помимо этого, ЛПР получает возможность количественной интерпретации признаков, первоначально сформулированных качественно, в терминах естественного языка;

- нечеткие числа (разновидность нечетких множеств) идеально подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена, размыта, не имеет достаточных вероятностных оснований. Таким образом, все сценарии по тем или иным отдельным факторам могут быть сведены в один сводный сценарий в форме треугольного числа, где выделяются три точки: минимально возможное, наиболее ожидаемое и максимально возможное значения фактора. При этом веса отдельных сценариев в структуре сводного сценария формализуются как треугольная функция принадлежности уровня фактора нечеткому множеству «примерного равенства среднему»;

- исследователь может в пределах одной модели формализовывать как особенности экономического объекта, так и познавательные особенности, связанные с этим объектом, субъектов менеджера и аналитика, порождая экспертную модель в структуре обобщенной модели. Таким образом, возникает платформа для интеграции принципиально разнородных знаний в рамках одной количественной модели;

- мы можем вернуть вероятностные описания в свой научный обиход, как вероятностные распределения с нечеткими параметрами. Нечеткость параметров распределения обусловлена тем, что классически понимаемой статистической выборки наблюдений нет, и для анализа мы пользуемся научной категорией квазистатистики. При таком подходе треугольные параметры распределения устанавливаются на основе процедуры установления степени правдоподобия. Следовательно, намечен путь для синтеза вероятностных и нечетко-множественных описаний. Без вероятностных распределений не обойтись там, где речь идет о моделировании случайных процессов (например, в фондовом рынке). Важно получить принципиально новый класс методов комплексного анализа, основанных на увязывании ряда отдельных показателей в единый комплексный показатель финансово-экономического состояния хозяйствующего субъекта;

- нечеткие множества позволяют отказаться и от сценарного моделирования при инвестиционном проектировании. Предполагается, что все возможные сценарии развития событий, отражающиеся во входных параметрах модели (уровень затрат, выручки, фактора дисконтирования и т.д.), учтены в соответствующих треугольно-нечетких оценках, а веса вхождения соответствующего сценария в полную группу характеризуются функцией принадлежности соответствующего треугольного числа;

- мы можем воспользоваться матричной схемой для оценки комплексного состояния хозяйствующего субъекта для построения методов оценки качественного уровня ценных бумаг, рейтинга облигаций и скоринга акций;

В общем случае осложненные условия эксплуатации современных технологических комплексов приводят к необходимости учета в процессе контроля и управления следующих видов неопределенности.

1 Низкая точность оперативной информации, получаемой с объектов управления, возникающая ввиду большой погрешности датчиков замера технологических параметров (расхода, давления и т.д.), их невысокой надежности, отказов каналов связи, большого запаздывания при передаче информации по уровням управления, отсутствия возможности замеров параметров во всех точках технологического процесса, необходимых для моделей. Наличие такого вида неопределенности вызывает неточность в задании переменных величин в моделях, начальных и граничных условий.

2 Неточность моделей объектов контроля и управления, вызванная неэквивалентностью решений системных многоуровневых иерархических моделей и используемых на практике отдельных локальных задач.

Неточность моделей может возникать из-за неверно проведенной декомпозиции общей задачи управления, излишней идеализации модели сложного процесса, разрыва существенных связей в технологическом комплексе, линеаризации, дискретизации, замены фактических характеристик оборудования паспортными, нарушения допущений, принятых при выводе уравнений (стационарности, изотермичности, однородности и т.д.). Ввиду большой сложности объекта, существенной нелинейности, трудностей формализации, наличия различных субъективных критериев и ограничений могут применяться нечеткие модели.

3 Нечеткость в процессе принятия решений в многоуровневых иерархических системах, обусловленная тем, что наличие четких (точных) целей и координирующих решений на каждом уровне контроля и управления и для каждого локального устройства регулирования затрудняет процесс координации и предопределяет длительный итеративный характер согласования решений.

4 Наличие диспетчера в контуре управления и ведение процесса координации в реальной производственной системе на естественном языке приводит к необходимости учета трудностей представления знаний диспетчера в виде алгоритмов и согласованности полученного ЭВМ решения с его оценкой:

- ненадежность исходной информации, получаемой от диспетчера в режиме принятия решения, неточность оценок, недоопределенность понятий и терминов, неуверенность диспетчеров в своих заключениях;
- нечеткость (неоднозначность) естественного языка (лингвистическая неопределенность) и языка представления правил в системах экспертного типа;
- процедура принятия решения базируется на неполной информации, т.е. нечетких посылках;
- неопределенность проявляется при агрегации правил и моделей, исходящих от разных источников знаний или от руководителей различных уровней управления (эти правила и модели могут быть противоречивыми, избыточными и т.п.).

Когда человек сталкивается с неопределенностью реальной системы в процессе принятия решений, то он поступает самыми различными способами.

1 Чаще всего сознательно (или бессознательно) игнорирует существование неопределенности и использует детерминированные модели.

2 Выбирает один наиболее существенный, с его точки зрения, вид неопределенности и использует соответствующую теорию, так как разработанные в настоящее время количественные методы принятия решений помогают выбрать наилучшие из множества возможных решений лишь в условиях конкретного вида неопределенности.

3 Проводит дополнительные исследования системы или получает информацию в ходе контроля (адаптация и обучение) или управления (дуальное управление системой).

Особенности решения задач в реальном масштабе времени приводят к тому, что недостаток вычислительных возможностей (несоответствие вычислительных ресурсов сложности задачи) эквивалентен, в некотором смысле, недостатку информации об условиях задачи.

Согласно работе М. Блэка, неопределенность имеет место, когда универсальное множество состоит более чем из одной точки. Если для этих элементов множества заданы соответствующие вероятности или другие вероятностные характеристики, то имеет место вероятностная неопределенность. Если известны только граничные элементы множества – интервальная неопределенность. И, наконец, при задании для каждого элемента множества соответствующей степени принадлежности – нечеткость.



Для широкого класса задач априорная неопределенность может быть сведена к параметрической, когда вероятностные законы распределения для исследуемых ситуаций, величин и наблюдаемых процессов известны с точностью до конечного числа параметров.

Системой можно управлять либо на основе априорных сведений в виде программы на весь период функционирования системы, либо с помощью процедур адаптивного и рекуррентного оценивания для устранения априорной параметрической неопределенности с использованием принципов управления с обратной связью. В этом случае принятие решения не сводится к единичному акту, а продолжается в ходе наблюдения за управляемым объектом.

В зависимости от степени изученности объекта может применяться структурная идентификация (когда неизвестна структура объекта управления и лежащие в ее основе физические законы) или параметрическая идентификация (если неопределенность в представлении объекта можно свести к неопределенности векторного параметра).

В теории управления с неполной информацией важное место принадлежит задачам, в которых неизвестные параметры объекта управления заданы с точностью до априорных оценок, а процессы управления и идентификации должны происходить одновременно.

Последнее обстоятельство привело к появлению теории дуального управления, где, как правило, неизвестным параметрам приписываются вероятностные распределения, заданные с точностью до априорных оценок случайных величин.

Присутствие в процессе принятия решений неопределенности не позволяет точно оценить влияние управляющих воздействий на целевую функцию. Если неопределенности, существующие как в самой системе, так и в наблюдениях, могут быть представлены как стохастические процессы, то к таким задачам применимы методы стохастического управления. Однако имеется сравнительно большой класс проблем, при решении которых эти методы неэффективны. Последнее можно объяснить тем, что набор стандартных вероятностных понятий и методов оказывается неадекватным для описания рассматриваемых ситуаций, а также с трудностью получения необходимых статистических характеристик параметров, отсутствием эргодичности процессов и их существенной нестационарностью. Источник неопределенности может не иметь случайного характера и иногда быть частично или полностью детерминированным. Сложность технологических комплексов и неопределенность информации о них растет, а требования к точности получаемого решения повышаются. Проблема представления неопределенности является одной из ключевых, но в то же время и наименее изученной для объектов газовой промышленности.

Ошибки расчета в основном складываются из ошибки исходных данных, ошибки модели и ошибки метода решения (численного метода).

Для многоуровневых иерархических систем управления наблюдается достаточно резкий рост ошибок исходных данных, в зависимости от номера уровня управления, на котором производится расчет. Рост ошибок в данных обусловлен запаздыванием и искажением данных при передаче от уровня к уровню, фильтрацией их на каждом уровне и невозможностью ограниченной пропускной способностью каналов связи, передачи ряда данных с требуемой периодичностью ввиду их большого объема.

Крайне важным является правильный выбор для соответствующего уровня управления модели и объема передаваемых для расчетов данных. Усложнение математической модели, учитывающей большое число измеряемых параметров, приводит к снижению погрешности, вносимой моделью. Однако при большой размерности моделей очень существенной становится составляющая ошибка, вносимая неточностью применяемых аналитических и численных методов. Время решения задачи большой размерности также может стать неприемлемым при ее решении в реальном масштабе времени. Усложнение математической модели требует также увеличения объема данных, передаваемых с нижнего уровня и также приводит к росту соответствующей составляющей ошибки. Поэтому, требуется находить разумный компромисс между этими факторами в зависимости от уровня управления.

Естественно, что внедрение в системе управления аппаратуры передачи информации между уровнями средств вычислительной техники, межмашинного обмена информацией позволяет значительно снизить уровни погрешностей данных и расчетов для вышестоящих уровней управления.

За счет возможностей применения более сложных математических методов на ЭВМ значительно повышается обоснованность и эффективность принимаемых оперативных решений.

**Свойство робастности** выделяет класс процедур нечувствительных к небольшим изменениям исходных (начальных) предположений. Предварительная фильтрация данных, их редактирование с отсечением выбросов и сглаживанием с последующим применением классических процедур контроля и оптимизации не являются хорошим выходом в этой ситуации, ввиду следующих сложностей.

1 Трудно разграничить применение процедур сглаживания и отсечения выбросов не используя модели технологического процесса.

2 Упомянутые выше алгоритмы могут быть намного сложнее алгоритмов робастного оценивания.

3 Робастные процедуры, как показывает практика, дают лучшие результаты.

При решении задач в детерминированной постановке с ростом сложности и размерности модели возникают большие проблемы с устойчивостью оптимизационных задач. Сам процесс оптимизации подразумевает вывод системы на определенные предельные ограничения. В этой ситуации даже незначительные колебания второстепенных параметров (например, температуры) могут привести к потере режима. На практике диспетчерской службы не придерживаются этих границ с такой точностью – до второго, третьего знака после запятой, да и многие ограничения чаще всего являются «мягкими», допускающими их незначительное нарушение. Просто расширить эти ограничения нельзя – процедура оптимизации тут же доведет режим до новых границ, и проблема устойчивости останется. Поэтому только представление ряда ограничений как нечетких дает возможность получать устойчивое решение в условиях погрешности информации и нечеткости производственных ограничений с указанием снижения степени допустимости этого режима, т.е. в виде функций принадлежности. Постановка задачи в нечеткой форме также значительно снижает возможность получения несовместимых решений при расчете и оптимизации. Принципиальным недостатком детерминированных моделей систем является отсутствие эффективных методов сравнения различных возможных моделей по назначению модели, ее погрешности и адекватности допущений, положенных в ее основу. Построение моделей в рамках нечеткого подхода позволяет сравнивать модели и придавать точный смысл таким понятиям как «значимый» и «пренебрежимый». Появляется возможность формализации неточных знаний о предметной области внесения в модель сведений о неполноте информации.

За счет учета условий существования моделей, самих особенностей минимаксных операций с помощью применения аппарата нечетких множеств Заде удастся добиться робастности алгоритмов, т.е. их нечувствительности к малым отклонениям от предположений (например, о нестационарности режима). Имеется также ряд работ, в которых отмечается робастность по функциям принадлежности, т.е. к ситуациям, в которых истинная функция незначительно отличается от априорно заданной.

Существуют методы сведения задач управления системами в условиях неопределенности к детерминированному управлению. С помощью детерминированного подхода строятся регуляторы, обеспечивающие устойчивое поведение динамических систем при наличии неопределенности элементов математических моделей, вызванной несовершенством моделей (неточности параметров) или внешними возмущениями (неопределенности входов). При наличии границ неопределенностей элементов регуляторы используют эту информацию с применением обратной связи. При отсутствии данных об этих границах применяются адаптивные регуляторы.

При использовании стохастических моделей возникает целый ряд трудностей, связанных со сложностью получения плотностей распределения вероятностей для параметров, нерегулярными явлениями при решении стохастических дифференциальных уравнений.

Многие из задач, получившихся в результате декомпозиции, являются некорректно поставленными, т.е. сколь угодно малые изменения исходных данных могут приводить к произвольно большим изменениям решений. Особенно это характерно для так называемых обратных задач. Данные для расчета, получаемые с датчиков и контрольно-измерительных приборов, всегда имеют погрешность порой очень значительную. Поэтому необходимо во всех задачах расчета и оптимизации использовать методы устойчивого приближенного решения некорректно поставленных задач. Эти методы основываются на использовании дополнительной априорной информации об искомом решении. Примерами такой дополнительной информации являются:

1) информация о монотонном, незначительном изменении во времени некоторых параметров (например, в виду инерционности объекта);

2) априорная информация о принадлежности решения некоторому компактному множеству корректности.

Для оптимизации сложных распределенных систем применяются методы многоуровневого управления, основой которых является идея декомпозиции и координации. В результате декомпозиции

сложная система разделяется на группу более мелких подсистем с такой взаимосвязью, чтобы глобальная задача оптимизации преобразовалась в группу локальных задач оптимизации, т.е. отдельные решения будут приниматься по ограниченной информации, без использования всего объема сведений. Переход к иерархической структуре управления сужает в общем случае множество допустимых стратегий, но одновременно снижает и уровень неопределенности, т.е. делает возможным получение более качественного решения.

**Недоопределенность.** Недоопределенное значение является приблизительной, но корректной оценкой некоторой реальной величины, более точной по своей природе, чем позволяет нам установить текущая информация.

Таким образом, интервал, представляющий недоопределенное числовое значение, содержит внутри себя представляемую им реальную величину, которая остается пока неизвестной (вернее, известной с точностью до данного интервала), ввиду грубости измерений и/или недостатка информации. При поступлении дополнительных данных недоопределенный интервал может стягиваться, отражая представляемую величину все с большей определенностью.

Это означает, что в отличие от неточной переменной, текущее значение которой всегда равно той реальной величине-денотату, которую она представляет, для недоопределенной переменной следует различать два значения:

- 1) представляемое ею реальное (неизвестное нам) значение-денотат;
- 2) ее текущее значение, являющееся доступной оценкой этого реального значения.

**Неточность.** Неточное значение есть величина, которая может быть получена с точностью, не превышающей некоторый порог, определенный природой соответствующего параметра.

Очевидно (и мы убедимся в этом при последующем рассмотрении), что практически все реальные величины являются неточными и что сама оценка точности также является неточной. Например, интервал, представляющий неточное числовое значение, задается двумя более точными величинами-границами.

Основным общим свойством неточных переменных, представляющих реальные параметры, является то, что попытка сделать их значение более точным просто не имеет смысла, – например, оценка глубины реки с точностью до сантиметра или точного числа людей, находящихся в Киеве сегодня в полдень.

Основные источники неточности значений параметров можно разделить на следующие группы:

(а) *Объективная неточность* связана с самим «устройством» нашего мира, сюда относятся:

- квантовая неточность, определяемая соотношением неопределенности Гейзенберга;
- тепловая – движение атомов и молекул в жидкости и газе, их колебание в твердом теле;
- релятивистская, связанная с относительностью системы координат.

(б) *Ситуационная неточность* определяется уровнем точности текущего использования значения того или иного параметра (в принципе можно точнее, но в данном контексте это не имеет практического смысла). Например, обычно не имеет смысла излишняя точность: *скорость ветра в 11 ч 37 мин, вес паровоза с точностью до грамм* и т.п. Однако это не исключает другого, также ситуационного, уровня точности в другом контексте: скажем, обычно никто не определяет объема жидкости в бутылке с точностью до миллилитра, однако такая точность может оказаться нужной при проверке работы разливочной машины.

(в) *Семантическая неточность* «встроена» в само понятие, связанное с данным параметром, имеет место для любых реальных понятий. Приведем несколько примеров.

(в1) Объекты сложной, неправильной формы (т.е. все реальные объекты) описываются параметрами, ориентированными на спецификацию более простых, геометрически правильных объектов, идеализированно аппроксимирующих сложные:

- глубина, ширина, длина, скорость течения реки связаны с неточностью определения края воды, ее поверхности, дна и других параметров, характеризующих геометрию реки; эти параметры предназначены для характеристики прямого канала равномерной ширины, с поперечным сечением правильной формы и гладким ложем из плотного материала.

Земля – геоид, хотя и далекий от идеального; однако говорится о радиусе и центре, как для шара; более того, длина экватора этого псевдо-шара, замещающего псевдо-геоид, который в свою очередь замещает реальное физическое тело неправильной и меняющейся (приливы, движения материков и т.п.) формы, была положена в основу эталона метра!

• любая доска трактуется как вытянутый параллелепипед; при этом речь идет о длине, ширине и толщине, но игнорируются детали реальной поверхности и формы конкретной доски.

(в2) То же самое относится и к реальным процессам, поскольку их начало и конец подразумеваются как бы мгновенными, а длительность – точной: родиться и умереть, оценка спортивных результатов на время и многое другое.

(г) *Методическая неточность* определяется неточностью измерения, связанной с рядом факторов:

- физической природой приборов/инструментов, изготовленных с конечной точностью;
- «встроенным» в определение параметра сопоставлением с эталоном (неточность эталона);
- отсутствием идеальной процедуры замера значения (практически все такие процедуры опираются на понятия «равно», «больше» и т.п.), программирующие неточное сравнение неточных величин;
- невозможностью замера в идеальной точке по времени и пространству (наличие обобщения или усреднения).

(д) *Неточность генерализации* имеет своим источником обобщение значения какого-либо параметра у объектов некоторого класса или выборки:

- вес взрослой овчарки;
- время полета рейсов Новосибирск – Москва и т.п.

Программирование в ограничениях является по своей сути максимально декларативным и основано на описании модели задачи, а не алгоритма ее решения. Модель специфицируется в виде неупорядоченной совокупности отношений, которые соответствуют связям, существующим между параметрами задачи. Эти отношения, называемые общим термином «ограничения» могут иметь вид уравнений, неравенств, логических выражений и т.п.

Замечательно то, что одну и ту же модель можно использовать для решения различных задач (например, прямых и обратных). При этом постановка той или иной задачи конкретизируется путем добавления в модель ограничений на допустимые значения параметров и/или формулирования дополнительных связей между ними.

В модели нет априорного разделения параметров на входные и выходные. В соответствии с требованиями решаемой задачи пользователь определяет, какие из параметров заданы точно, какие не известны совсем, а какие – приблизительно (исходная информация о таких параметрах задается в виде ограничений на множество их возможных значений). Используя модель задачи и исходную информацию о значениях ее параметров, методы программирования в ограничениях обеспечивают автоматическое нахождение решения.

В самом общем виде постановка задачи в парадигме программирования в ограничениях формулируется следующим образом. Пусть на переменные  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , областями значений которых являются множества  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , заданы ограничения  $C_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, k$ . Требуется найти наборы значений  $\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle (a_i \in X_i)$ , которые бы удовлетворяли всем ограничениям одновременно.

Такая постановка задачи называется проблемой удовлетворения ограничений, а для ее решения используются различные алгоритмы и методы. В частности проблема удовлетворения ограничений может формулироваться как система уравнений с числовыми параметрами, а для ее решения могут использоваться стандартные численные методы. Однако при решении многих реальных задач эти методы оказываются неприменимыми, особенно если модель включает и нечисловые параметры, а начальные данные могут задаваться приблизительно в виде множеств и интервалов, содержащих допустимые значения.

Реальное программирование в ограничениях особенно полезно там, где кончаются возможности обычной математики. Оно используется при решении задач планирования, проектирования, прогнозирования, в инженерных и экономических расчетах, при создании графических интерфейсов, в системах понимания естественного языка и др. Среди наиболее известных зарубежных систем, реализующих парадигму программирования в ограничениях, можно отметить Prolog III [3], CLP(R) [4], CLP(BNR) [5], clp(FD) [6], CHIP [7], ILOG Solver [8], Newton [9] и др.

Одним из наиболее развитых и практически значимых подходов, относящихся к программированию в ограничениях, являются *недоопределенные модели*.

Метод недоопределенных моделей (Н-моделей) был предложен в начале 1980-х годов для представления и обработки неполностью определенных знаний. Рассматриваемый вначале как оригинальный метод из области искусственного интеллекта, он трансформировался постепенно в прикладную технологию программирования в ограничениях. Технология Н-моделей выделяется среди других подходов вычислительной мощностью, универсальностью и эффективностью. Фактически она является

единственной технологией, которая позволяет решать задачу удовлетворения ограничений в самой общей постановке.

*Классическая переменная* – базовое понятие математики, представляет некоторую неизвестную величину, связанную условиями задачи с другими известными и неизвестными величинами. При достаточной полноте условий задачи сопоставленная данной переменной величина, т.е. ее значение может быть получено точно. Таким образом, значение классической переменной отражает некоторую конкретную, заданную условиями задачи сущность или денотат, представляемый в задаче именем данной переменной. В рамках одной задачи денотат-значение переменной не может меняться – он может быть либо известен, либо неизвестен.

*Алгоритмическая переменная*, связанная с использованием алгоритмов и появлением языков программирования, является, по сути дела, ячейкой абстрактной памяти, в которую могут помещаться различные значения, меняющиеся по ходу исполнения соответствующей процедуры.

И в математике и традиционном программировании с каждой переменной можно связать только одно значение из области ее определения (или *универсума*).

Далее в работе понятие переменной будет использоваться в расширенном классическом смысле: в  $H$ -моделях переменной сопоставляется *недоопределенное значение* (или  $H$ -значение), являющееся оценкой реального значения-денотата на основе доступной нам в данный момент информации.  $H$ -значение является промежуточным между полной определенностью (точное значение) и полной неопределенностью (весь универсум) и может уточняться по мере получения более точных данных. Например, не зная точного возраста Петрова, мы можем оценить его как «между 35 и 40 годами».

Таким образом,  $H$ -значение есть непустое подмножество универсума, содержащее внутри себя значение-денотат, которое остается пока неизвестным (вернее, известным с точностью до данного недоопределенного значения) ввиду недостатка информации. В процессе уточнения, т.е. при поступлении более точных данных,  $H$ -значение становится все более определенным и в пределе может стать точным, т.е. равным денотату данной недоопределенной переменной ( $H$ -переменной).

Это означает, что для  $H$ -переменной, вне зависимости от ее типа, следует различать два значения:

- 1) *реальное* неизвестное нам значение-денотат, которое она представляет;
- 2) ее *текущее*  $H$ -значение, являющееся доступной оценкой этого реального значения.

Недоопределенность может характеризовать не только значения параметров существующих объектов или процессов, но и виртуальных объектов, находящихся в процессе создания. В этом случае  $H$ -значение выступает в качестве ограничения на вычисляемое значение. Например:

- здесь нужен провод диаметром от 0,25 до 0,32 мм;
- в этом редукторе придется использовать коническую или цилиндрическую передачу.

В процессе вычислений  $H$ -значение может становиться только более точным, гарантируя тем самым монотонность вывода. Для завершаемости вычислений существенно, чтобы число различных  $H$ -значений одного объекта было конечным.

Для того, чтобы для данной традиционной формальной системы построить ее аналог, способный оперировать с  $H$ -значениями, необходимо сформировать область значений для  $H$ -переменных, представляющих переменные исходной системы.

*Недоопределенным расширением ( $H$ -расширением)* произвольного универсального множества  $X$  является любая конечная система его подмножеств, замкнутая, относительно операции пересечения и содержащая весь универсум и пустое множество. В случае бесконечного множества  $X$  в качестве универсума рассматривается некоторое его конечное подмножество  $X_0 \subset X$ . Например, если  $X$  – множество вещественных чисел, то  $X_0$  может быть множеством чисел, представимых в памяти компьютера таких, что любые два числа отличаются не менее, чем на некоторый  $\varepsilon > 0$ .

Ниже мы будем использовать обозначения  *$H$ -функция* и  *$H$ -отношение* вместо *недоопределенная функция* и *недоопределенное отношение*.

Следует заметить, что для одного и того же универсума существуют различные возможные  $H$ -расширения. Далее будем обозначать через  $*X$  произвольное  $H$ -расширение универсума  $X$ .

Независимо от вида выбранного  $H$ -расширения, приведенное выше определение гарантирует *однозначное представление* любого множества  $X_0$  из универсума  $X$  в его  $H$ -расширении  $*X$ . Такое представление, обозначаемое  $*[X_0]$ , рассматривается как наименьший (в смысле включения) элемент  $H$ -расширения, содержащий данное подмножество.

Рассмотрим некоторые виды Н-расширений, которые используются в программных технологиях, базирующихся на аппарате Н-моделей.

1) Наиболее простым является Н-расширение, в котором каждый его элемент представлен *точным* значением ( $*X = X^{Single}$ ):

$$X^{Single} = \{\{x\} \mid x \in X\} \cup \{\emptyset\} \cup \{X\}.$$

Данное Н-расширение добавляет в обычный универсум два специальных значения: *не определено* ( $X$ ) и *противоречие* ( $\emptyset$ ).

2) *Перечислимое* Н-расширение представляется множеством всех подмножеств (которое обозначим  $2^X$ ):

$$X^{Enum} = 2^X.$$

Данное Н-расширение можно применять лишь к конечным универсумам.

В случае, когда  $X$  является *решеткой* (множеством с определенными на нем ассоциативными и коммутативными операциями, подчиняющимися законам поглощения и идемпотентности), можно задать такие виды Н-расширений  $X$ , как *интервалы* и *мультиинтервалы*.

3) *Интервальное* Н-расширение:

$$X^{Interval} = \{[x^{Lo}, x^{Up}] \mid x^{Lo}, x^{Up} \in X\}.$$

Здесь  $x^{Lo}$  обозначает нижнюю, а  $x^{Up}$  – верхнюю границу интервала. Пустое множество ( $\emptyset$ ) представляется любым интервалом  $[x^{Lo}, x^{Up}]$ , где  $x^{Lo} > x^{Up}$ .

4) *Мультиинтервальное* Н-расширение:

$$X^{MultiInterval} = \{x \mid x = \cup x_k, x_k \in X^{Interval}, k = 1, 2, \dots\}.$$

**Пример.** Пусть универсум переменной  $v$  – это множество целочисленных значений, а ее текущее значение равно множеству  $\{3, -2, 7, 8, 9, 4\}$ . Рассмотрим его недоопределенное представление в различных Н-расширениях множества целых чисел:

Н-расширение	Н-значение $V$
<i>Single</i>	(полная неопределенность)
<i>Enum</i>	$\{3, -2, 7, 8, 9, 4\}$
<i>Interval</i>	$[-2, 9]$
<i>MultiInterval</i>	$\{[-2, -2], [3, 4], [7, 9]\}$

### Обобщенные вычислительные модели

Недоопределенные модели являются частным случаем *обобщенных вычислительных моделей* (ОВМ) [23, 24], которые имеют более широкую область применения, чем решение задач удовлетворения ограничений. Ниже мы даем определение ОВМ и алгоритма вычислений на них, указывая при необходимости отличия Н-моделей от ОВМ.

*Обобщенная вычислительная модель*  $M = (V, W, C, R)$  состоит из следующих четырех множеств:

$V$  – множество объектов из заданной предметной области;

$R$  – множество ограничений на значениях объектов из  $V$ ;

$W$  – множество *функций присваивания*;

$C$  – множество *функций проверки корректности*.

Каждому объекту  $v \in V$  сопоставлены:

- универсум  $X_v$ ;
- начальное значение из универсума (точное, недоопределенное, или полная неопределенность);
- функция присваивания  $W_v$ ;
- функция проверки корректности  $C_v$ .

Функция присваивания – это двухместная функция, работающая при каждой попытке присваивания очередного значения объекту  $v \in V$  и определяющая новое значение объекта как функцию от текущего и присваиваемого значений.

Функция проверки корректности – это унарный предикат, который выполняется в случае, если значение объекта  $x$  изменилось, и проверяет правильность этого нового значения.

Ограничения из  $R$  должны быть функционально интерпретируемыми.

На уровне интерпретации ОВМ представляется двудольным ориентированным графом (ОВМ-сеть), в котором выделены два типа вершин: объекты и функции. Дуги связывают функциональные и объектные вершины. Входящие в вершину-функцию дуги соотносят с объектами, значения которых выступают в качестве входных аргументов для функции, исходящие – указывают на объекты, в которые должна производиться запись вырабатываемых функцией результатов.

Каждой объектной вершине сопоставляются тип и значение, а также связываются функции присваивания и проверки корректности.

С каждой функциональной вершиной соотнесены целое число, играющее роль приоритета, и разметка входящих и исходящих дуг.

### Процесс удовлетворения ограничений на ОВМ

Процесс вычислений на ОВМ имеет потоковый характер, изменение объектных вершин сети активирует (вызывает к исполнению) функциональные вершины, для которых эти объектные вершины являются входными аргументами, а исполнение функциональных вершин в свою очередь может вызывать изменение результирующих объектных вершин. Вычисления заканчиваются тогда, когда либо не останется активных функциональных вершин (*УСПЕХ*), либо функция проверки корректности вырабатывает значение ложь (*НЕУДАЧА*).

Допустим, что вместо обычных универсумов  $X$ , рассматриваются некоторые их недоопределенные расширения  $*X$ . Пусть все функции присваивания в ОВМ производят пересечение  $N$ -значений:

$$w_i(\xi^{old}, \xi^{new}) = \xi^{old} \cap \xi^{new},$$

а функции проверки корректности – проверку  $N$ -значения на непустоту:

$$corri(\xi) = \text{if } \xi \neq \emptyset \text{ then true else false fi.}$$

Именно этот класс обобщенных вычислительных моделей называется недоопределенными моделями или  $N$ -моделями.

В работе доказаны следующие утверждения:

- (i) *Процесс удовлетворения ограничений в  $N$ -моделях завершается за конечное число шагов.*
- (ii) *Достижение процессом НЕУДАЧИ или УСПЕХА предопределено входными данными (начальными  $N$ -значениями переменных и ограничениями) и не зависит от конкретной стратегии выбора очередного ограничения для интерпретации.*
- (iii) *В случае УСПЕХА процесса, при одних и тех же входных  $N$ -значениях переменных их выходные  $N$ -значения не зависят от конкретной стратегии выбора очередного ограничения для интерпретации.*
- (iv) *В случае УСПЕХА процесса, решение задачи (если оно существует) лежит внутри полученного результата (декартова произведения  $N$ -значений).*

2 Обзор основных методов принятия решений в условиях риска и неопределенности. Возможность их использования в задачах планирования ассортимента

---

### Психологические основы выбора в условиях неопределенности

Фактически принятие решения осуществляет не какая-то абстрактная организация, а человек (единолично или коллегиально). Поэтому важно определить, как человек (высший менеджер) принимает решение в условиях неопределенности. Выбор альтернативы является своего рода вершиной в процессе принятия решения.

Вообще говоря, существуют две основные разновидности решений в зависимости от видов проблем. Рутинные или повторяющиеся проблемы относятся к категории структурированных, а возможно-

сти и кризис – неструктурированных. Соответственно для структурированных проблем требуются программированные решения, для неструктурированных – непрограммированные. Программированные решения осуществляются средним и низшим уровнем менеджмента в условиях определенности, непрограммированные (фактически это стратегические решения) – высшим руководством в условиях неопределенности.

Готовность человека действовать в условиях неопределенности проявляется там, где субъект относительно свободен от планов и схем. При этом возможна инверсия личностной склонности к риску в показатель «рискованности/осторожности» стратегий многоэтапных решений: самые «рисковые» по личностному тесту субъекты могут проявлять самые осторожные стратегии, усиливая самоконтроль в субъективно более неопределенной ситуации. Причем, как ни странно, люди принимают во внимание только две переменные: субъективную вероятность *проигрыша* и величину *проигрыша*. Зато величина выигрыша не оказывает никакого влияния на восприятие неопределенности.

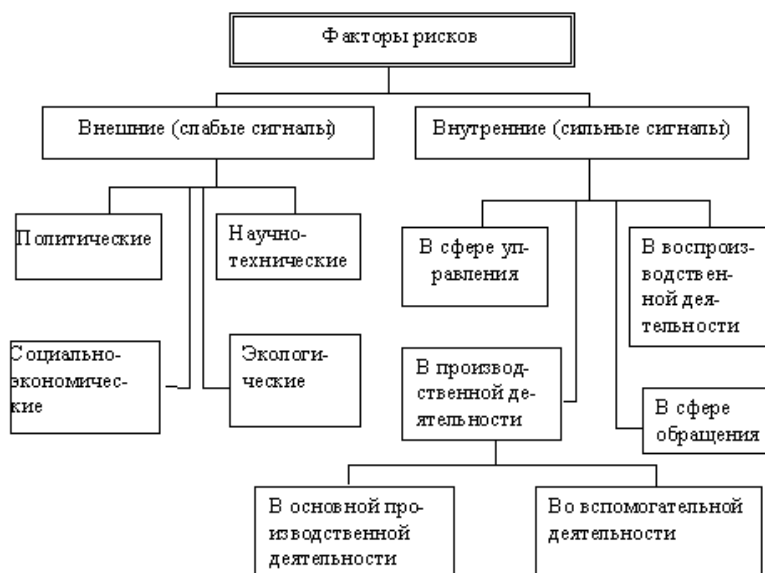
В результате опросов, проведенных в Германии в начале 1990-х годов, выяснено, что 30 % принимаемых решений менеджеры рационально обосновать не могут. Эффективность этих решений определяется зачастую опытом и интуицией».

Все возможные на практике факторы рисков делятся на две группы. К первой группе относятся «предвидимые», т.е. известные из экономической теории или хозяйственной практики. Вместе с тем могут появиться факторы, выявить которые на априорной стадии анализа факторов рисков предприятия не реально. Эти факторы относятся ко второй группе. Одна из задач состоит в том, чтобы, создав регулярную процедуру выявления факторов рисков, сузить круг факторов второй группы, тем самым ослабить влияние так называемой «неполноты генерации» факторов рисков.

В зависимости от места возникновения факторы рисков делятся на внешние и внутренние (рис. 2.1).

К внешним факторам рисков (или слабым сигналам) относятся факторы, обусловленные причинами, не связанными непосредственно с деятельностью данного предприятия, зависящие от экономического и политического состояния страны. Это вероятность жестких правительственных мер, которые могут вызвать изменения финансово-экономической деятельности предприятия, налоговой политики, развития неконтролируемых инфляционных процессов. Данные слабые сигналы на момент формирования бюджета могут быть еще скрыты, но предприятие все равно обязано оценить их воздействия с помощью экспертных оценок или методов количественного прогнозирования и моделирования.

Внутренними факторами рисков (или сильными сигналами) считаются факторы, появление которых порождается деятельностью самого предприятия, т.е. риски, связанные непосредственно с объектом.



**Рис. 2.1 Классификация факторов рисков предприятия**

Это – невыполнение обязательств поставщиками, несвоевременная оплата продукции потребителями, оформление кредитов дочерними обществами под поручительство предприятия и т.д.



При анализе сильных сигналов необходимо учитывать, что последствия могут быть как положительными, так и отрицательными.

Методика анализа и оценки влияния слабых и сильных сигналов на показатели работы предприятия в планируемом периоде подробно описана в книге «Гибкое развитие предприятия. Анализ и планирование».

## Постановка задач принятия оптимальных решений

Несмотря на то, что методы принятия решений отличаются универсальностью, их успешное применение в значительной мере зависит от профессиональной подготовки специалиста, который должен иметь четкое представление о специфических особенностях изучаемой системы и уметь корректно поставить задачу. Искусство постановки задач постигается на примерах успешно реализованных разработок и основывается на четком представлении преимуществ, недостатков и специфики различных методов оптимизации. В первом приближении можно сформулировать следующую последовательность действий, которые составляют содержание процесса постановки задачи:

- *установление границы подлежащей оптимизации системы*, т.е. представление системы в виде некоторой изолированной части реального мира. Расширение границ системы повышает размерность и сложность многокомпонентной системы и, тем самым, затрудняет ее анализ. Следовательно, в практике следует к декомпозиции сложных систем на подсистемы, которые можно изучать по отдельности без излишнего упрощения реальной ситуации;

- *определение показателя эффективности*, на основе которого можно оценить характеристики системы или ее проекта с тем, чтобы выявить «наилучший» проект или множество «наилучших» условий функционирования системы. Обычно выбираются показатели экономического (издержки, прибыль и т.д.) или технологического (производительность, энергоемкость, материалоемкость и т.д.) характера. «Наилучшему» варианту всегда соответствует экстремальное значение показателя эффективности функционирования системы;

- *выбор внутрисистемных независимых переменных*, которые должны адекватно описывать допустимые проекты или условия функционирования системы и способствовать тому, чтобы все важнейшие технико-экономические решения нашли отражение в формулировке задачи;

- *построение модели*, которая описывает взаимосвязи между переменными задач и отражает влияние независимых переменных на значение показателя эффективности. В самом общем случае структура модели включает основные уравнения материальных и энергетических балансов; соотношения, связанные с проектными решениями; уравнения, описывающие физические процессы, протекающие в системе; неравенства, которые определяют область допустимых значений независимых переменных и устанавливают лимиты имеющихся ресурсов. Элементы модели содержат всю информацию, которая обычно используется при расчете проекта или прогнозировании характеристик системы. Очевидно, процесс построения модели является весьма трудоемким и требует четкого понимания специфических особенностей рассматриваемой системы.

Несмотря на это, модели принятия оптимальных решений отличаются универсальностью; их успешное применение зависит от профессиональной подготовки специалиста, который должен иметь полное представление о специфике изучаемой системы. Основная цель рассмотрения приводимых ниже примеров – продемонстрировать разнообразие постановок оптимизационных задач на основе общности их формы.

Все оптимизационные задачи имеют общую структуру. Их можно классифицировать как задачи минимизации (максимизации)  $M$ -векторного векторного показателя эффективности  $W_m(x)$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ ,

$N$ -мерного векторного аргумента  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ , компоненты которого удовлетворяют системе ограничений-равенств  $h_k(x) = 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ , ограничений-неравенств  $g_j(x) > 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, J$ , областными ограничениям  $x_{li} < x_i < x_{ui}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Все задачи принятия оптимальных решений можно классифицировать в соответствии с видом функций и размерностью  $W_m(x)$ ,  $h_k(x)$ ,  $g_j(x)$  и размерностью и содержанием вектора  $x$ :

- *одноцелевое принятие решений* –  $W_m(x)$  – скаляр;
- *многоцелевое принятие решений* –  $W_m(x)$  – вектор;
- *принятие решений в условиях определенности* – исходные данные – детерминированные;
- *принятие решений в условиях неопределенности* – исходные данные – случайные.

Наиболее разработан и широко используется на практике аппарат одноцелевого принятия решений в условиях определенности, который получил название *математического программирования*: задачи линейного программирования  $[W(x), h_k(x), g_j(x)]$  – линейны, нелинейного программирования  $[W(x), h_k(x), g_j(x)]$  – нелинейны, целочисленного программирования  $x$  – целочисленны, динамического программирования

$x$  – зависят от временного фактора.

Математический аппарат одноцелевого принятия решений в условиях неопределенности представляет собой стохастическое программирование (известны законы распределения случайных величин) теории игр и статистических решений (закон распределения случайных величин неизвестен).

Рассмотрим процесс принятия решений с самых общих позиций. Психологами установлено, что *решение* не является начальным процессом творческой деятельности. Оказывается, непосредственно акту решения предшествует тонкий и обширный процесс работы мозга, который формирует и предопределяет направленность решения. В этот этап, который можно назвать «предрешением» входят следующие элементы:

- *мотивация*, т.е. желание или необходимость что-то сделать. Мотивация определяет цель какого-либо действия, используя весь прошлый опыт, включая результаты;
- возможность неоднозначности результатов;
- возможность неоднозначности способов достижения результатов, т.е. свобода выбора.

После этого предварительного этапа следует, собственно, этап *принятия решения*. Но на нем процесс не заканчивается, так как обычно после принятия решения следует оценка результатов и корректировка действий. Таким образом, принятие решений следует воспринимать не как единовременный акт, а как последовательный процесс.

Выдвинутые выше положения носят достаточно общий характер, обычно подробно исследуемый психологами. Более близкой с точки зрения ЛПР будет следующая схема процесса принятия решения. Эта схема включает в себя следующие компоненты:

- анализ исходной ситуации;
- анализ возможностей выбора;
- выбор решения;
- оценка последствий решения и его корректировка.

Как правило, большинство реальных задач содержит в том или ином виде неопределенность. Можно даже утверждать, что решение задач с учетом разного вида неопределенностей является *общим случаем*, а принятие решений без их учета – *частным*. Однако из-за концептуальных и методических трудностей в настоящее время не существует единого методологического подхода к решению таких задач. Тем не менее, накоплено достаточно большое число методов формализации постановки и принятия решений с учетом неопределенностей. При использовании этих методов следует иметь в виду, что все они носят рекомендательный характер и выбор окончательного решения всегда остается за человеком (ЛПР).

Как уже указывалось, при решении конкретных задач с учетом неопределенностей ЛПР сталкивается с разными их типами. В исследовании операций принято различать три типа неопределенностей:

- 1) целей;
- 2) наших знаний об окружающей обстановке и действующих в данном явлении факторах (неопределенность природы);
- 3) действий активного или пассивного партнера или противника.

В приведенной выше классификации тип неопределенностей рассматривается с позиций того или иного элемента математической модели. Так, например, неопределенность целей отражается при постановке задачи на выборе либо отдельных критериев, либо всего вектора полезного эффекта.

С другой стороны, два другие типа неопределенностей влияют, в основном, на составление целевой функции уравнений ограничений и метода принятия решения. Конечно, приведенное выше утверждение является достаточно условным, как, впрочем, и любая классификация. Мы приводим его лишь с целью выделить еще некоторые особенности неопределенностей, которые надо иметь в виду в процессе принятия решений.

Дело в том, что кроме рассмотренной выше классификации неопределенностей надо учитывать их тип (или «род») с точки зрения отношения к *случайности*.

По этому признаку можно различать *стохастическую* (вероятностную) неопределенность, когда неизвестные факторы *статистически устойчивы* и поэтому представляют собой обычные объекты теории вероятностей – случайные величины (или случайные функции, события и т.д.). При этом должны быть

известны или определены при постановке задачи все необходимые статистические характеристики (законы распределения и их параметры).

Примером таких задач могут быть, в частности, система технического обслуживания и ремонта любого вида техники, система организации рубок ухода и т.д.

Другим крайним случаем может быть неопределенность *нестохастического* вида (по выражению Е.С. Вентцель – «дурная неопределенность»), при которой никаких предположений о стохастической устойчивости не существует. Наконец, можно говорить о промежуточном типе неопределенности, когда решение принимается на основании каких-либо гипотез о законах распределения случайных величин. При этом ЛПР должен иметь в виду опасность несовпадения его результатов с реальными условиями. Эта опасность несовпадения формализуется с помощью коэффициентов *риска*.

#### Принятие решений в условиях риска

Как указывалось выше, с точки зрения знаний об исходных данных в процессе принятия решений можно представить два крайних случая: определенность и неопределенность. В некоторых случаях неопределенность знаний является как бы «неполной» и дополняется некоторыми сведениями о действующих факторах, в частности, знанием законов распределения описывающих их случайных величин. Этот промежуточный случай соответствует ситуации *риска*. Принятие решений в условиях риска может быть основано на одном из следующих критериев:

- критерий ожидаемого значения;
- комбинации ожидаемого значения и дисперсии;
- известного предельного уровня;
- наиболее вероятного события в будущем.

Рассмотрим более подробно применение этих критериев.

#### Критерий ожидаемого значения (КОЗ)

Использование КОЗ предполагает принятие решения, обуславливающего максимальную прибыль при имеющихся исходных данных о вероятности полученного результата при том или другом решении. По существу, КОЗ представляет собой выборочные средние значения случайной величины. Естественно, что достоверность получаемого решения при этом будет зависеть от объема выборки. Так, если обозначить

$$\text{КОЗ} = E(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (2.1)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – принимаемые решения при их количестве, равном  $n$ , то

$$E(x_i)(p)M(x_i), \quad (2.2)$$

где  $M(x_i)$  – математическое ожидание критерия.

Таким образом, КОЗ может применяться, когда однотипные решения в сходных ситуациях приходится принимать большое число раз.

Приведем пример использования этого критерия для принятия решения.

#### Критерий «ожидаемого значения – дисперсия»

Как указывалось выше, КОЗ имеет область применения, ограниченную значительным числом однотипных решений, принимаемых в аналогичных ситуациях. Этот недостаток можно устранить, если применять комбинацию КОЗ и выборочной дисперсии  $s^2$ . Возможным критерием при этом является минимум выражения

$$E(Z, \sigma) = E(Z) \pm kU(Z), \quad (2.3)$$

где  $E(Z, \sigma)$  – критерий «ожидаемого значения – дисперсия»;  $k$  – постоянный коэффициент;  $U(Z) = m_Z/S$  – выборочный коэффициент вариации;

$m_Z$  – оценка математического ожидания;  $S$  – оценка среднего квадратического ожидания.

Знак «минус» ставится в случае оценки прибыли, знак «плюс» – в случае затрат.

Из зависимости (2.3) видно, что в данном случае точность предсказания результата повышается за счет учета возможного разброса значений  $E(Z)$ , т.е. введения своеобразной «страховки». При этом степень учета этой страховки регулируется коэффициентом  $k$ , который как бы управляет степенью учета возможных отклонений. Так, например, если для ЛПР имеет большое значение ожидаемые потери при-

были, то  $k \gg 1$ , и при этом существенно увеличивается роль отклонений от ожидаемого значения прибыли  $E(Z)$  за счет дисперсии.

### Критерий предельного уровня

Этот критерий не имеет четко выраженной математической формулировки и основан в значительной степени на интуиции и опыте ЛПР. При этом ЛПР на основании субъективных соображений определяет наиболее приемлемый способ действий. Критерий предельного уровня обычно не используется, когда нет полного представления о множестве возможных альтернатив. Учет ситуации риска при этом может производиться за счет введения законов распределений случайных факторов для известных альтернатив.

Несмотря на отсутствие формализации, критерием предельного уровня пользуются довольно часто, задаваясь их значениями на основании экспертных или опытных данных.

### Критерий наиболее вероятного исхода

Этот критерий предполагает замену случайной ситуации детерминированной путем замены случайной величины прибыли (или затрат) единственным значением, имеющим *наибольшую вероятность реализации*. Использование данного критерия, также как и в предыдущем случае в значительной степени опирается на опыт и интуицию. При этом необходимо учитывать два обстоятельства, затрудняющие применение этого критерия:

- 1) критерий нельзя использовать, если *наибольшая вероятность* события недопустимо мала;
- 2) применение критерия невозможно, если несколько значений вероятностей возможного исхода равны между собой.

### Учет неопределенных факторов, заданных законом распределения

Случай, когда неопределенные факторы заданы распределением, соответствует ситуации риска. Этот случай может учитываться двумя путями. Первый – анализом адаптивных возможностей, позволяющих реагировать на конкретные исходы; второй – методически, при сопоставлении эффективности технических решений. Суть первого подхода заключается в том, что законы распределения отдельных параметров на этапе проектирования могут быть определены с достаточной степенью приближения на основе сопоставления с аналогами из физических соображений или на базе статистических данных и данных прогнозов.

Методический учет случайных факторов, заданных распределением, может быть выполнен двумя приемами: заменой случайных параметров их математическими ожиданиями (сведением стохастической задачи к детерминированной) и «взвешиванием» показателя качества по вероятности (этот прием иногда называют «оптимизация в среднем»).

Первый прием предусматривает определение математического ожидания случайной величины  $v$  –  $M(v)$  и определение зависимости  $W(M(v))$ , которая в дальнейшем оптимизируется по  $u$ . Однако сведение к детерминированной схеме может быть осуществлено в тех случаях, когда диапазон изменения параметра  $u$  невелик или когда зависимость  $W(u)$  линейна или близка к ней.

Второй прием предусматривает определение  $W$  в соответствии с зависимостями соответственно для дискретных и непрерывных величин:

$$W = \sum_{i=1} W(u_i)P(u_i); \quad (2.4)$$

$$W = \int W(u)f(u)du, \quad (2.5)$$

где  $P(u_i)$  – ряд распределений случайной величины  $u_i$ ;  $f(u_i)$  – плотность распределения случайной величины  $u$ .

При описании дискретных случайных величин наиболее часто используют распределения Пуассона – биномиальные. Для непрерывных величин основными распределениями являются нормальное, равномерное и экспоненциальное.

## Постановка задачи стохастического программирования

При перспективном и оперативном планировании работы предприятия возникает необходимость в учете ряда случайных факторов, существенно влияющих на процесс производства. К таким факторам относятся спрос, который не всегда может быть предсказуем, непредусмотренные сбои в поступлении сырья, энергии, рабочей силы, неисправности и аварии оборудования. Еще больше случайных факторов необходимо учитывать при планировании производства, эффективность которого зависит от климатических условий, урожайности и т.д. Поэтому, например, задачи планирования лесного производства целесообразно ставить и исследовать в терминах и понятиях стохастического программирования, когда элементы задачи линейного программирования (матрица коэффициентов  $A$ , вектора ресурсов  $b$ , вектора оценок  $c$ ) часто оказываются случайными. Подобного типа задачи ЛП принято классифицировать как задачи стохастического программирования (СП).

Подходы к постановке и анализу стохастических задач существенно различаются в зависимости от последовательности получения информации – в один прием или по частям. При построении стохастической модели важно также знать, необходимо ли принять единственное решение, не подлежащее корректировке, или можно по мере накопления информации один или несколько раз корректировать решение. В соответствии с этим в стохастическом программировании исследуются одноэтапные, двухэтапные и многоэтапные задачи.

В *одноэтапных* задачах решение принимается один раз и не корректируется. Они различаются по показателям качества решения (по целевым функциям), по характеру ограничений и по виду решения.

Задача СП может быть сформулирована в  $M$ - и  $P$ -постановках по отношению к записи целевой функции и ограничений.

*Случайны элементы вектора  $c$*  (целевая функция).

При  $M$ -постановке целевая функция  $W$  записывается в виде:

$$W = M \left( \sum_{j=1}^n c_j x_j \right) \rightarrow \min(\max), \quad (2.6)$$

что означает оптимизацию математического ожидания целевой функции. От математического ожидания целевой функции можно перейти к математическому ожиданию случайной величины  $c_j$

$$W = M \left( \sum_{j=1}^n c_j x_j \right) \rightarrow \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j \rightarrow \min(\max). \quad (2.7)$$

При  $P$ -постановке имеем:

- при максимизации

$$W = P \left( \sum_{j=1}^n c_j x_j \geq W_{\min} \right) \rightarrow \max, \quad (2.8)$$

где  $W_{\min}$  – предварительно заданное допустимое наихудшее (минимальное) значение целевой функции;

- при минимизации

$$W = P \left( \sum_{j=1}^n c_j x_j \leq W_{\max} \right) \rightarrow \max, \quad (2.9)$$

где  $W_{\max}$  – предварительно заданное допустимое наихудшее (максимальное) значение целевой функции.

Суть  $P$ -постановки заключается в том, что необходимо найти такие значения  $x_j$ , при которых максимизируется вероятность того, что целевая функция будет не хуже предельно допустимого значения.

Ограничения задачи, которые должны выполняться при всех реализациях параметров условий задачи, называются *жесткими* ограничениями. Часто возникают ситуации, в которых постановка задачи позволяет заменить жесткие ограничения их усреднением по распределению случайных параметров. Такие ограничения называют *статистическими*:

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j \leq \bar{b}_i. \quad (2.10)$$

В тех случаях, когда по содержательным соображениям можно допустить, чтобы невязки в условиях не превышали заданных с вероятностями, небольшими  $\alpha_i > 0$ , говорят о стохастических задачах с *вероятностными* ограничениями:

$$P\left\{\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij}x_j \leq \bar{b}_i\right\} \geq \alpha_i, \quad (2.11)$$

т.е. вероятность выполнения каждого заданного ограничения должна быть не менее назначенной величины  $\alpha_i$ . Параметры  $\alpha_i$  предполагаются заданными или являются решениями задачи более высокого уровня.

Представленные задачи как в  $M$ -, так и в  $P$ -постановках непосредственно решены быть не могут. Возможным методом решения этих задач является переход к их детерминированным эквивалентам. В основе этого перехода лежит использование закона распределения случайной величины. В практике наиболее часто используется нормальный закон распределения, поэтому дальнейшие зависимости приведем для этого случая.

Принимаем, что  $a_{ij}$ ,  $b_i$ ,  $c_j$  подчинены нормальному закону распределения. В этом случае будет справедлива следующие детерминированные постановки:

- $P$ -постановка целевой функции, максимизация:

$$W = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j - W_{\min}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2}} \rightarrow \max, \quad (2.12)$$

где  $\bar{c}_j$  и  $\sigma_j$  – математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $c_j$ ;

- $P$ -постановка целевой функции, минимизация:

$$W = \frac{W_{\max} - \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2}} \rightarrow \max. \quad (2.13)$$

- Вероятностные ограничения:

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j \leq \bar{b}_i - t_{\alpha i} \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 x_j^2 + \sigma_i^2},$$

где  $\bar{a}_{ij}$ ,  $\sigma_{ij}^2$ ,  $\bar{b}_i$ ,  $\sigma_i^2$  – соответственно, математические ожидания и дисперсии случайных величин  $a_{ij}$  и  $b_i$ ;  $t_{\alpha i}$  – значение центрированной нормированной случайной величины в нормальном законе распределения соответствующей заданному уровню вероятности соблюдения ограничений  $\alpha_i$ .

Сделаем несколько замечаний к приведенным зависимостям:

- задача стохастического программирования сведена к задаче нелинейной оптимизации и может быть решена одним из рассматриваемых ранее методов;
- сравнение ограничения ресурса в стохастическом программировании и аналогичным ограничением в задаче линейного программирования показывает, что учет случайного характера величин  $a_{ij}$  и  $b_i$  приводит к уменьшению располагаемого ресурса на величину

$$t_{\alpha i} \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 x_j^2 + \sigma_i^2}, \quad (2.14)$$

т.е. к необходимости в дополнительном ресурсе. Однако этот дополнительный ресурс может оказаться неиспользованным, но для гарантированного выполнения плана его иметь необходимо.

#### Метод статистического моделирования

Приведенные формулы (2.8) и (2.9) могут быть использованы для систем независимых случайных величин. Однако для технических систем, как правило, случайные параметры являются зависимыми. Причем эта зависимость не функциональная, а корреляционная. Поэтому для анализа случайных факторов, заданных распределением, широкое применение нашли теория марковских процессов и метод статистического моделирования (метод Монте-Карло).

В задачах принятия оптимальных решений широкое применение получил метод Монте-Карло. Основными особенностями этого метода, основанного на многократном повторении одного и того же алгоритма для каждой случайной реализации, являются: универсальность (метод не накладывает практически никаких ограничений на исследуемые параметры, на вид законов распределения), простота рас-

четного алгоритма, необходимость большого числа реализаций для достижения хорошей точности, возможность реализации на его основе процедуры поиска оптимальных параметров проектирования. Отметим основные факторы, определившие применение метода статистического моделирования в задачах исследования качества при проектировании: метод применим для задач, формализация которых другими методами затруднена или даже невозможна; возможно применение этого метода для машинного эксперимента над не созданной в натуре системы, когда натурный эксперимент затруднен, требует больших затрат времени и средств или вообще не допустим по другим соображениям.

### Учет неопределенных пассивных условий

Неопределенные факторы, закон распределения которых неизвестен, являются наиболее характерными при исследовании качества адаптивных систем. Именно на этот случай следует ориентироваться при выборе гибких конструкторских решений. Методический учет таких факторов базируется на формировании специальных критериев, на основе которых принимаются решения. Критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица и Лапласа уже давно и прочно вошли в теорию принятия решений.

В соответствии с *критерием Вальда* в качестве оптимальной выбирается стратегия, гарантирующая выигрыш не меньший, чем «нижняя цена игры с природой»:

$$W = \max_i \min_j W_{ij}. \quad (2.15)$$

Правило выбора решения в соответствии с критерием Вальда можно интерпретировать следующим образом: матрица решений  $[W_{ij}]$  дополняется еще одним столбцом из наименьших результатов  $W_{ir}$  каждой строки. Выбрать надлежит тот вариант, в строке которого стоит наибольшее значение  $W_{ir}$  этого столбца.

Выбранное таким образом решение полностью исключает риск. Это означает, что принимающий решение не может столкнуться с худшим результатом, чем тот, на который он ориентируется. Какие бы условия  $V_j$  не встретились, соответствующий результат не может оказаться ниже  $W$ . Это свойство заставляет считать критерий Вальда одним из фундаментальных. Поэтому в технических задачах он применяется чаще всего как сознательно, так и неосознанно. Однако в практических ситуациях излишний пессимизм этого критерия может оказаться очень невыгодным.

Применение этого критерия может быть оправдано, если ситуация, в которой принимается решение, характеризуется следующими обстоятельствами:

- о вероятности появления состояния  $V_j$  ничего не известно;
- с появлением состояния  $V_j$  необходимо считаться;
- реализуется лишь малое количество решений;
- не допускается никакой риск.

*Критерий Байеса-Лапласа* в отличие от критерия Вальда учитывает каждое из возможных следствий всех вариантов решений:

$$W = \max_i \sum_{j=1}^n W_{ij} P_j. \quad (2.16)$$

Соответствующее правило выбора можно интерпретировать следующим образом: матрица решений  $[W_{ij}]$  дополняется еще одним столбцом, содержащим математическое ожидание значений каждой из строк. Выбирается тот вариант, в строках которого стоит наибольшее значение  $W_{ir}$  этого столбца.

Критерий Байеса-Лапласа предъявляет к ситуации, в которой принимается решение, следующие требования:

- вероятность появления состояния  $V_j$  известна и не зависит от времени;
- принятое решение теоретически допускает бесконечно большое;
- количество реализаций;
- допускается некоторый риск при малых числах реализаций.

В соответствии с *критерием Сэвиджа* в качестве оптимальной выбирается такая стратегия, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации:

$$W = \min_i \max_j (W_{\max} - W_{ij}). \quad (2.17)$$

Здесь величину  $W$  можно трактовать как максимальный дополнительный выигрыш, который достигается, если в состоянии  $V_j$  вместо варианта  $U_i$  выбрать другой, оптимальный для этого внешнего состояния, вариант.

Соответствующее критерию Сэвиджа правило выбора следующее: каждый элемент матрицы решений  $[W_{ij}]$  вычитается из наибольшего результата  $\max W_{ij}$  соответствующего столбца. Разности образуют матрицу остатков. Эта матрица пополняется столбцом наибольших разностей  $W_{ir}$ . Выбирается тот вариант, в строке которого стоит наименьшее значение.

Согласно критерию Гурвица, выбирается такая стратегия, которая занимает некоторое промежуточное положение между крайним пессимизмом и оптимизмом:

$$W = \max_j [\rho \min_i W_{ij} + (1 - \rho) \max_i W_{ij}], \quad (2.18)$$

где  $\rho$  – коэффициент пессимизма, выбираемый в интервале  $[0, 1]$ .

Правило выбора согласно этому критерию следующее: матрица решений  $[W_{ij}]$  дополняется столбцом, содержащим средние взвешенные наименьшего и наибольшего результатов для каждой строки. Выбирается тот вариант, в строках которого стоят наибольшие элементы  $W_{ir}$  этого столбца.

При  $\rho = 1$  критерий Гурвица превращается в критерий Вальда (пессимиста), а при  $\rho = 0$  – в критерий азартного игрока. Отсюда ясно, какое значение имеет весовой множитель  $\rho$ . В технических приложениях правильно выбрать этот множитель бывает так же трудно, как правильно выбрать критерий.

Поэтому чаще всего весовой множитель

$\rho = 0,5$  принимается в качестве средней точки зрения.

Критерий Гурвица предъявляет к ситуации, в которой принимается решение, следующие требования:

- о вероятности появления состояния  $V_j$  ничего не известно;
- с появлением состояния  $V_j$  необходимо считаться;
- реализуется лишь малое количество решений;
- допускается некоторый риск.

Критерий Ходжа-Лемана базируется одновременно на критериях Вальда и Байеса-Лапласа:

$$W = \max_i z \sum_j^n W_{ij} k_j + (1 - z) \min_j W_{ij}. \quad (2.19)$$

Правило выбора, соответствующее этому критерию, формулируется следующим образом: матрица решений  $[W_{ij}]$  дополняется столбцом, составленным из средних взвешенных (с постоянными весами) математического ожидания и наименьшего результата каждой строки. Отбирается тот вариант решения, в строке которого стоит наибольшее значение этого столбца.

При  $z = 1$  критерий преобразуется в критерий Байеса-Лапласа, а при  $z = 0$  превращается в критерий Вальда. Таким образом, выбор параметра  $z$  подвержен влиянию субъективизма. Кроме того, без внимания остается и число реализаций. Поэтому этот критерий редко применяется при принятии технических решений.

Критерий Ходжа-Лемана предъявляет к ситуации, в которой принимается решение, следующие требования:

- о вероятности появления состояния  $V_j$  ничего не известно, но некоторые предположения о распределении вероятностей возможны;
- принятое решение теоретически допускает бесконечно большое количество реализаций; допускается некоторый риск при малых числах реализаций.

Общие рекомендации по выбору того или иного критерия дать затруднительно. Однако отметим следующее: если в отдельных ситуациях не допустим даже минимальный риск, то следует применять критерий Вальда; если определенный риск вполне приемлем, то можно воспользоваться критерием Сэвиджа. Можно рекомендовать одновременно применять поочередно различные критерии. После этого среди нескольких вариантов, отобранных таким образом в качестве оптимальных, приходится волевым решением выделять некоторое окончательное решение.

Такой подход позволяет, во-первых, лучше проникнуть во все внутренние связи проблемы принятия решений и, во-вторых, ослабляет влияние субъективного фактора. Кроме того, в области технических задач различные критерии часто приводят к одному результату.

Применение данных критериев с методической точки зрения удобно продемонстрировать на примере одной задачи.



Как правило, решение практических задач, связанных с оценкой качества и надежности изделий лесного машиностроения, зависит не только от оперирующей стороны (допустим, конструктора), но и от действий других субъектов системы (например, технолога-лесозаготовителя). Каждая из сторон преследует собственные цели, не всегда совпадающие друг с другом. Неопределенность такого рода при принятии решений относят к классу поведенческих неопределенностей. Теоретической основой нахождения оптимального решения в условиях неопределенности и конфликтных ситуаций является теория игр. Игра – это математическая модель процесса функционирования конфликтующих элементов систем, в котором действия игроков происходят по определенным правилам, называемых *стратегиями*. Ее широкому распространению в последнее время способствовало как развитие ЭВМ, так и создание аналитического аппарата, позволяющего находить аналитические решения для широкого класса задач. Основной постулат теории игр – любой субъект системы по меньшей мере так же разумен, как и оперирующая сторона и делает все возможное, чтобы достигнуть своих целей. От реального конфликта игра (математическая модель конфликта) отличается тем, что она ведется по определенным правилам, которые устанавливают порядок и очередность действий субъектов системы, их информированность, порядок обмена информацией, формирование результата игры.

Существует много классов игр, различающихся по количеству игроков, числу ходов, характеру функций выигрыша и т.д. Выделим следующие основные классы игр:

- антагонистические (игры со строгим соперничеством) и неантагонистические. В первом случае цели игроков противоположны, во втором – могут совпадать;
- стратегические и нестратегические (в первых субъект системы действует независимо от остальных, преследуя свои цели, во вторых субъекты выбирают единую для всех стратегию);
- парные игры и игры для  $N$ -лиц;
- коалиционные и бескоалиционные;
- кооперативные и некооперативные (в первых возможен обмен информацией о возможных стратегиях игроков);
- конечные и бесконечные (в первых – конечное число стратегий).

Наиболее полный обзор направлений теории игр в ее современном состоянии дан в работе.

Наибольшее распространение в технических приложениях имеют парные стратегические бескоалиционные конечные некооперативные игры. Модель проблемной ситуации в этом случае имеет вид:

$$\langle U, V, W_1, W_2, R_1, R_2 \rangle,$$

где  $U$  – множество стратегий оперирующей стороны (конструктора);  $V$  – множество стратегий оппонирующей стороны (технолог и природа);  $W_1$  и  $W_2$  – показатели качества игроков;  $R_1$  и  $R_2$  – системы предпочтения игроков.

Системы предпочтения игроков, в свою очередь, основываются на двух ведущих принципах рационального поведения: принципе наибольшего гарантированного результата и принципе равновесия.

Первый основан на том, что рациональным выбором одного из игроков должен считаться такой, при котором он рассчитывает на самую неблагоприятную для него реакцию со стороны другого игрока.

Второй принцип гласит, что рациональным выбором любого игрока считается такая стратегия  $u_s$  (или  $v_s$ ), для которой ситуация  $(u_s, v_s)$  обоюдовыгодна: любое отклонение от данной ситуации игры не является выгодным ни для одного из игроков.

Решается парная матричная игра (проектируемое изделие – меры и средства противодействия) с нулевой суммой (выигрыш одной стороны равен проигрышу другой) на основе рассмотрения платежной матрицы, которая представляет собой совокупность значений  $U$  и  $V$  (пара стратегий  $(u, v)$   $U \times V$  называется *ситуацией игры*), а также выигрышей  $W_{ij}$  при парном сочетании всевозможных стратегий сторон.

Решение парной матричной игры может быть в чистых стратегиях, когда для каждой из сторон может быть определена единственная оптимальная стратегия, отклонение от которой невыгодно обоим игрокам. Если выгодно использовать несколько стратегий с определенной частотой их чередования, то решение находится в смешанных стратегиях.

Основные особенности использования методов теории заключаются в следующем. В качестве возможных стратегий со стороны проектируемой системы рассматриваются возможные варианты ее строения, из которых следует выбрать наиболее рациональный. В качестве стратегий противника рассматриваются возможные варианты его противодействия, стратегии их применения.

Необходимо отметить, что при рассмотрении игр с использованием адаптивной системы число ее стратегий может быть существенно расширено, благодаря реализации «гибких» конструкторских реше-

ний. Анализ игровых ситуаций в этом случае может быть направлен не только на выбор рационального варианта проектируемого изделия, но и на определение алгоритмов рационального применения системы в конфликтной ситуации.

Другая особенность применения методов теории игр заключается в выборе решений, получаемых на основе анализа конфликтной ситуации. В теории игр доказывается теорема о том, что оптимальная стратегия для каждого из игроков является оптимальной и для другого. Так, если решение игры получено в чистых стратегиях (имеется седловая точка), то выбор решения однозначен. Например, если для парной антагонистической игры  $3 \times 4$  составить матрицу, где элементами  $u_{ij}$  будут выигрыши (проигрыши) игроков, то седловая точка находится на пересечении максимина строк и минимакса столбцов.

Стратегии А	Стратегии В				min строк
	1	2	3	4	
1	8	2	9	5	2
2	6	5	7	18	<b>5</b>
3	7	3	-4	10	-4
max столб- цов	8	<b>5</b>	9	18	

Оптимальными стратегиями будут для  $A - 2$ , для  $B - 2$ . Цена игры равна 5. Отметим, что в случае наличия седловой точки ни один из игроков не может улучшить стратегию и стратегии называются *чистыми*. Отметим, что игра с чистыми стратегиями может существовать только при наличии полной информации о действиях противника.

Если же решение игры получено в смешанных стратегиях, то это эквивалентно созданию множества вариантов проектируемого компонента и использованию их с оптимальными частотам, соответствующими оптимальной смешанной стратегии. В случаях, когда не имеется полной информации о действиях противника, вводятся вероятности применения той или иной стратегии в виде векторов

$$P_{\langle n \rangle} = \langle p_1, p_2, \dots, p_n \rangle - \text{для игрока } A, \text{ где } \sum_{i=1}^n p_i = 1;$$

$$Q_{\langle m \rangle} = \langle q_1, q_2, \dots, q_m \rangle - \text{для игрока } B, \text{ где } \sum_{i=1}^m q_i = 1.$$

При этом игрок  $A$  выбирает стратегию в соответствии с принципом максимина по выражению:

$$\max_{P_i} \left\{ \min \left( \sum_{i=1}^n a_{i1} p_i, \sum_{i=1}^n a_{i2} p_i, \dots, \sum_{i=1}^n a_{in} p_i \right) \right\},$$

а игра  $B$  по принципу минимакса:

$$\min_{P_i} \left\{ \max \left( \sum_{j=1}^m a_{j1} q_j, \sum_{j=1}^m a_{j2} q_j, \dots, \sum_{j=1}^m a_{jn} q_j \right) \right\}.$$

Рассмотрим пример: пусть рассматривается принятие решения в игре  $2 \times 2$ , где игрок  $A$  знает вероятность стратегии 1, т.е.  $p_1$ , тогда очевидно вероятность стратегии 2 будет  $1 - p_1$ , соответственно стратегии игрока  $B$  будут  $q_1$  и  $1 - q_1$ . Платежная матрица будет иметь вид:

		В	
		$q_1$	$1 - q_1$
А	$p_1$	$a_{11}$	$a_{12}$
	$1 - p_1$	$a_{21}$	$a_{22}$

На основании матрицы и приведенных выше выражений составляется таблица:

Чистые стратегии игрока В	Ожидаемые выигрыши игрока А
------------------------------	--------------------------------

1	$(a_{11} - a_{21})p_1 + a_{21}$
2	$(a_{12} - a_{22})p_1 + a_{22}$

Из таблицы видно, что ожидаемый выигрыш игрока  $A$  линейно зависит от вероятности  $p_1$  (в данном случае задача может быть решена графоаналитически). Тогда смешанная стратегия игрока  $A$  будет иметь вид:

$$\langle p_1^*, p_2^* \rangle,$$

т.е. игроку  $A$  выгодно применять стратегию 1 с частотой (вероятностью) –  $p_1$ , а стратегию 2 с частотой  $p_2$ .

Очевидно, что разработка нескольких вариантов изделия сопряжена с большими затратами, не всегда реализуема и затрудняет использование системы. Поэтому при получении решения в смешанных стратегиях рекомендуются следующие случаи принятия окончательного решения:

- для дальнейшего проектирования выбирается тот вариант, который гарантирует максимальное качество (выбор по максиминной стратегии аналогично критерию Вальда);
- выбирается тот вариант, который в смешанной стратегии должен использоваться с максимальной вероятностью;
- реализуется несколько вариантов изделия с частотами, соответствующими смешанной стратегии (создание адаптивно-модульных конструкций).

Важное значение в задачах исследования качества адаптивных систем имеет не только решение игры, но и анализ платежной матрицы. Это особенно важно в тех случаях, когда решение в смешанных стратегиях не реализуется. Этот анализ может проводиться на основе: оценки возможных потерь эффективности в случае реализации чистой стратегии, определения дополнительных затрат на их компенсацию с помощью «гибких» конструкторских решений, оценки достоверности рассмотренных стратегий противодействия, определения возможности реализации компромиссных вариантов и т.д.

Для анализа конфликтной ситуации требуется на основе математической модели операции построить платежную матрицу  $[W_{mn}] = [W_{ij}]$ , где  $W_{ij}$  характеризует качество изделия при выборе  $i$ -го варианта проектируемого изделия и при  $j$ -м варианте противодействия противника.

Решение может быть получено в чистых стратегиях, когда есть седловая точка. Условие седловой точки имеет вид

$$\max_i \min_j W_{ij} = \min_j \max_i W_{ij}, \quad (2.20)$$

где левая часть выражения – нижняя цена игры; правая – верхняя цена игры.

Если условие (2.20) не выполняется, то седловая точка отсутствует и требуется реализация смешанной стратегии.

Решение в смешанных стратегиях состоит в реализации чистых стратегий с различными вероятностями, задаваемыми распределением:

- для проектируемого изделия в виде вектора-столбца

$$G = \{g_i\}, \text{ где } i = 1, 2, \dots, m; \sum_{i=1}^m g_i = 1;$$

- для противодействия в виде вектора-строки

$$F = \{f_j\}, \text{ где } j = 1, 2, \dots, n; \sum_{j=1}^n f_j = 1,$$

где  $g_i$  – вероятность выбора стратегии  $u_i$ ;  $f_j$  – вероятность выбора стратегии  $v_j$ .

Платежную функцию запишем в следующем виде:

$$W(G, F) = G^T W_{ij} F^T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n W_{ij} g_i f_j, \quad (2.21)$$

где индексом «т» обозначена процедура транспонирования.

Платежная функция  $W(G, F)$  всегда имеет седловую точку, т.е. всегда существует решение матричной игры. Это утверждение соответствует основной теореме теории матричных игр: каждая матричная игра с нулевой суммой имеет, по крайней мере, одно решение в чистых или смешанных стратегиях.

Последовательность решения игры следующая.

- 1 Анализируется платежная матрица на предмет исключения заведомо невыгодных и дублирующих стратегий.

- 2 Проверяется наличие седловой точки по условию.
- 3 Если решение в чистых стратегиях отсутствует, то ищется решение в смешанных стратегиях с помощью методов линейного программирования или методом Монте-Карло.

Замена (стратегии эксплуатации)	2	6	5	17	18	7	18
	3	7	3	14	10	8	14
	4	4	6	16	9	19	19
	5	12	4	15	8	10	15
	min столб- ца	6	2	9	5	6	

*Возможности использования существующих методов  
принятия решения в условиях неопределенности  
к задачам долгосрочного планирования ассортимента*

Результатом оптимизации ассортимента, очевидно, предполагает формирование некоторого портфеля товаров (альтернатив). В классических же моделях принятия решений в условиях неопределенности выбирается, как правило, лишь один вариант из некоторого множества, имеющих в наличии [2, 3, 4, 6, 25, 31, 46, 54, 59, 131]. Поэтому методики, используемые, например, для оценки и учета рисков в инвестиционных проектах, довольно специфичны и не могут применяться в задачах формирования ассортимента.

Как показало наше исследование, попытка применения модели Марковица и ее модификация (в целях определения разумной степени диверсификации для снижения риска) встречают значительные затруднения в задачах планирования ассортимента и вряд ли могут использоваться в этих целях. Так, например, ценные бумаги более ликвидны, чем оборудование, здания и т.д. Поэтому при отказе от какой-либо альтернативы, риск безвозвратных затрат на фондовом рынке минимален, т.е. нет необходимости динамического учета ресурсов, повышения гибкости бизнес-процессов. Таким образом, предложенная Марковицем концепция риска в виде дисперсии доходности недостаточно полно отражает сложный характер производственно-хозяйственной деятельности.

Кроме того, в традиционных подходах под упущенной выгодой понимается альтернативные вложения капитала в фондовый рынок, банк и т.д. Однако, на наш взгляд, при планировании товарного ассортимента альтернативными являются издержки, затраченные на реализацию бизнес-процессов подготовки производства и реализации продукции другого товара (альтернативы), который вполне возможно окажется более прибыльным, т.е. ставка альтернативного вложения капитала является одной из неизвестных переменных моделей, зависящая от того, какие товары будут включены в план, а какие – нет, что в традиционных моделях оптимизации определить практически невозможно. Данный фактор привел к отказу использования метода ранжирования при оптимизации ассортимента в наших исследованиях.

Обычно в моделях величина риска по какой-либо альтернативе не зависит от того, будут ли реализованы остальные альтернативы или нет. Однако убытки в виде безвозвратных затрат при полном или частичном отказе от данного товара, как мы покажем далее, могут быть снижены за счет общих с другими товарами бизнес-процессов.

Поэтому, на наш взгляд, при рассмотрении вопроса о включении определенного товара в план, риски, связанные с бизнес-процессами по разработке, производству и реализации зависят от множества других бизнес-процессов, которые окажутся в конечном итоге в плане.

Таким образом, возникает противоречие: необходимо рассчитать величину риска товара, чтобы определить включать его или нет в будущий ассортимент, что сделать невозможно, поскольку не сформирован основной конечный план, на основе которого и имеется возможность произвести расчет риска.

Исследования существующей литературы по данному вопросу показало отсутствие даже подобной постановки проблемы, решение которой является довольно существенным.

Решение данного противоречия содержит разработанная модель оптимизации.

### 3 ОБЗОР ОСНОВНЫХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТА

---

Предельные возможности прогнозирования привели к падению эффективности долгосрочных и среднесрочных планов, регламентирующих определенные действия организации в будущем, поэтому получило развитие стратегическое управление как инструмент преодоления неопределенности. Считается, что результатом реализации стратегических альтернатив является создание ресурсного потенциала, который, очевидно, выступает в качестве ограничения при краткосрочной оптимизации. Однако пока не создано методики формирования оптимального потенциала компании, позволяющего быстро, своевременно и адекватно реагировать на труднопрогнозируемые изменения внешней и внутренней среды.

Большинство подходов к выработке стратегий носят рекомендательный характер и не позволяют оценить эффект от различных комбинаций выбранных стратегических альтернатив. Следовательно, стратегическое планирование наталкивается на проблему оптимального планирования распределения ресурсов, связанных с производством, разработкой и реализацией товаров в будущем. Поэтому актуальным, представляется сближение концепций стратегического и долгосрочного планирования в целях обеспечения динамической аккумуляции ресурсов вокруг фирмы таким образом, чтобы создаваемый компанией производственно-экономический потенциал мог обеспечивать ей устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

Как показало исследование, вопросы учета, оценки и преодоления неопределенности при оптимизации товарного ассортимента пока еще недостаточно проработаны. Востребован механизм, который наиболее адекватно с точки зрения поставленных фирмой целей учитывает риск при принятии и реализации решений относительно товарного ассортимента.

Приведем краткий обзор основных моделей и методик планирования ассортимента.

**1 Модель планирования ассортимента с помощью модифицированной матрицы БКГ (Модель I) [105].** Предлагается способ построения стратегической матрицы (наподобие классической матрицы Бостон Консалтинг Групп), основанный исключительно на внутренней (т.е., как считает автор, наиболее достоверной и практически бесплатной) информации предприятия. Единицей анализа выступает «группа продукта», характерными параметрами –  $K$  – удельный вес группы в объеме сбыта и  $T$  – удельный вес группы в темпе изменения объемов сбыта (по линейному тренду). Модифицированная матрица может использоваться в процессе *стратегического анализа* и планирования продуктовой программы (товарного ассортимента), а также в процессе контроллинга.

Ограничениями модели 1 являются:

- 1) предприятие не является «монокультурным», т.е. в некоторой степени диверсифицированным;
- 2) предприятие не производит заведомо убыточных продуктов, либо эта убыточность может быть нивелирована путем перераспределения (в пределах возможного) общих накладных расходов;

3) в течение периода анализа не происходило (и не предвидится) резких всплесков инфляции.

Содержание модели 1 заключается в следующем. В качестве базовой единицы используется понятие «группа продукта», под которым подразумевается часть линии продукта (товара или услуги), ориентированного, с одной стороны, на удовлетворение схожей по природе потребности, а с другой стороны – рассчитанного на потребление достаточно определенным сегментом рынка. При таком определении, «группа продукта» отличается от традиционного СХП только отсутствием упоминания о степени независимости групп как в технологическом, так и в организационном плане. Тем не менее, автор данной методики полагает, что понятие «группа продукта» значительно легче воспринимается топ-менеджерами, привыкшими мыслить категориями скорее предметно-конкретными, нежели стратегическими, т.е. более отвлеченными. Также очевидно, что при различных видах реструктуризации предприятий именно наиболее удачные группы продукта должны быть положены в основу организации полноценных бизнес-единиц (СХП).

В качестве характеристики каждой группы продукта (горизонтальной оси модифицированной матрицы) предлагается параметр  $K$  – «удельный вес» группы продукта в общем объеме сбыта предприятия.

Для каждой группы продукта (заменяющей СХП) строится пространство координат, где одна из них  $K$  – характеризует долю каждой группы в объеме сбыта («доля рынка»), а другая  $T$  – долю в темпе изменения объема сбыта («рост рынка»), причем значения координат для каждой группы поддаются точному вычислению на основании данных о реализации предприятия за некоторый период.

Вычислив эти значения для каждой группы продукта и представив их графически (т.е. максимально удобно для восприятия) получается параметрический график (стратегическая матрица), характеризующая каждую группу продуктов ассортимента (производственной программы) и построенный на основании внутренней информации предприятия.

Таким образом, предложенная методика позволяет получить достаточно простой и эффективный инструмент стратегического анализа, планирования и контроля, использующий в качестве базы внутреннюю информацию предприятия и объединяющий в себе наиболее характерные процедуры концентрационного, динамического, матричного и кластерного анализа объемов и темпов сбыта товарных групп предприятия.

Основным недостатком модели, на наш взгляд, является строгая зависимость предприятия от внутренней информации. Проводится экстраполяция прошлого опыта организации на будущее, тогда как фирме постоянно приходится формировать спрос, адаптировать свой маркетинг к внешней среде, откуда исходят основные риски.

**2 Математические модели (Модель 2).** Модели текущего и перспективного планирования подразделяются на три большие группы моделей [5, 134, 135]:

- имитационные;
- балансовые;
- оптимизационные (однокритериальные и многокритериальные).

Проблемам перспективного планирования на предприятиях в настоящее время уделяется, как правило, сравнительно небольшое внимание. Это связано в основном с тем, что проблема непредсказуемости остается одной из самых актуальных в экономике. Не удалось ее решить и с помощью математического аппарата, что подтверждается ослаблением интереса к стратегическому планированию в зарубежных организациях. Поэтому в настоящее время основное внимание уделяется оперативным календарным планам с использованием соответствующих экономико-математических моделей.

Рассмотрим основные модели оптимизации более подробно.

*Детерминированные модели.* Практика показывает, что планы, построенные на использовании данной модели, как правило, имеют нулевую вероятность их выполнения в заданные сроки из-за случайных отклонений фактических расходов ресурсов от их запланированных значений.

*Стохастические модели.* Делятся на два вида: одноэтапные (одношаговые) и многоэтапные (многошаговые). В свою очередь, одношаговые подразделяются на три вида: модели с жесткими ограничениями, с вероятностными ограничениями, со смешанными ограничениями.

*Модели, в которых ограничения задачи планирования должны выполняться при всех реализациях параметров величин,* относятся к моделям, с жесткими ограничениями. В тех случаях, когда возможные невязки в отдельных условиях задачи вызывают различный ущерб, целесообразно подходить дифференцированно к различным условиям этой задачи. Подобные модели называют моделями с вероятностными ограничениями. В качестве критериальной функции в таких моделях обычно выбирают математическое ожидание реализации значения избранного показателя или вероятность превышения случайного значения критерия некоторого заданного значения.

Основные недостатки математических моделей опишем в конце параграфа.

**3 Рыночные модели (Модель 3)** в определении ассортиментной политики предприятия основаны на соответствии ассортимента уровню спроса и подчинении принципу «производить то, что, безусловно, находит сбыт», а не на навязывании покупателю «несогласованную с ним» продукцию. При планировании производства и сбыта продукции предприятие анализирует статистические данные по реализации товаров и изучает возможности, позволяющие реагировать на изменение ситуации на рынке.

Помимо существующих методов изучения рынка следует выделить следующие модели для оценки привлекательности товара.

*Модель Розенберга* [35]. Эта модель основана на том, что потребители оценивают продукт с точки зрения его пригодности для удовлетворения определенных потребностей

$$Q_j = S X_k Y_{jk}, \quad (3.1)$$

где  $Q_j$  – оценка потребителями марки  $j$ ;  $X_k$  – важность характеристики  $k$  ( $k = 1, n$ ) марки  $j$  с точки зрения потребителей;  $Y_{jk}$  – оценка характеристики  $k$  марки  $j$  с точки зрения потребителей.

Различные требования покупателей к продуктам дают идеальные предпосылки для проведения сегментирования рынка, а также информацию о важности отдельных характеристик товаров.

*Модели с идеальной точкой* [35]. В отличие от модели Розенберга, в модель с идеальной точкой введена дополнительная компонента – идеальная (с точки зрения потребителя) величина характеристики продукта

$$Q_j = S W_k |B_{jk} - I_k| r, \quad (3.2)$$

где  $Q_j$  – оценка потребителями марки  $j$ ;  $W_k$  – важность характеристики  $k$  ( $k = 1, n$ );  $B_{jk}$  – оценка характеристики  $k$  марки  $j$ , с точки зрения потребителей;  $I_k$  – идеальное значение характеристики  $k$ , с точки зрения потребителей;  $r$  – параметр, показывающий при  $r = 1$  постоянную, а при  $r = 2$  убывающую граничную пользу.

Логично, что потребитель предпочтет тот продукт, который ближе всех расположен к идеальной точке. Таким образом, этот метод дает представление об идеальном, с точки зрения потребителя, продукте.

Следующая модель, построена на основе коэффициента адекватности рынку [17]. Для каждой ассортиментной позиции формируется перечень показателей, характеризующий конъюнктуру рынка, цели его выпуска и затраченные на его производство ресурсы, с учетом значимости этих показателей.

Таким образом, автор пытается учесть в одном коэффициенте три области: желания потребителей, цели фирмы и производственные возможности.

Чем больше отставание фактического показателя от нормативного, тем больше необходимость принятия соответствующих управленческих решений.

Достоинством модели является попытка упростить и сделать понятным для ЛПП процесс принятия решения.

Во-вторых, довольно быстро можно выявить узкие места и основные факторы несоответствия данной ассортиментной позиции рынку.

Основными недостатками модели являются:

- 1) недостаточный учет ресурсов фирмы и ее возможностей в определенный период времени;

2) разрыв между этапом оценки необходимости корректирования определенных свойства товара и конкретным планом мероприятий с соответствующим распределением ресурсов.

Следующей является модель планирования ассортимента на основе расчета индексов конкурентоспособности. Подразумевает проведение на предприятии сравнительного анализа с продукцией других предприятий той же отрасли для выявления наиболее перспективных и эффективных направлений расширения ассортимента.

Данные методы, также как и рыночные, вообще, не являются самодостаточными и должны рассматриваться в комплексе с другими методами и моделями.

Общим недостатком рыночных моделей является отсутствие учета взаимосвязи инертности организации и темпов изменений предпочтений потребителей. Сегодня многие западные компании именно «навязывают» потребителю свои продукты, формируя моду, рекламируя определенный образ жизни, формируя тем самым спрос.

**4 Модель планирования ассортимента путем оптимизации ключевых финансовых показателей (Модель 4)** [128]. Данная методика предполагает несколько этапов планирования и основывается на определении ключевых финансовых показателей при наилучшем из имеющихся вариантах структуры производства, оценке влияния производственных факторов на финансовые показатели и определении себестоимости единицы каждого вида продукции. Расчеты проводятся по следующим этапам:

- 1) формирование «портфеля заказов»;
- 2) планирование себестоимости каждого вида продукции;
- 3) определение маржинального дохода предприятия;
- 4) оценка влияния уровня организации производства и труда на маржинальный доход и прибыль предприятия.

На каждом этапе проводятся определенные расчеты, содержание которых представлено ниже.

Формирование «портфеля заказов» модели 4 заключается в следующем. Предприятие, ориентируясь на спрос своей продукции и производственные мощности, составляет план общего выпуска продукции в натуральном выражении. При этом оно имеет варианты формирования «портфеля заказов», т.е. может варьировать доли выпуска каждого вида продукции в общем объеме. При этом предприятие не несет дополнительных издержек, связанных с расширением производства.

В качестве показателя, зависящего от структуры производства, избран показатель маржинального дохода.

Прогнозирование прибыли от реализации при наличии в структуре затрат условно-постоянных расходов может быть сведено к расчету значения маржинального дохода в зависимости от меняющейся структуры выпуска продукции.

Расчет проводится на основе многофакторной регрессионной модели, где в качестве результирующего показателя выступает общий маржинальный доход на единицу продукции, а факторами являются доли каждого вида продукции в общем объеме выпуска в натуральном выражении.

**Основными недостатками модели 4 являются:**

- 1 Набор заказов портфеля в среднесрочной перспективе является, как правило, нечетким, когда затруднительно даже оценить вероятность попадания того или иного заказа в план.
- 2 Не учитываются издержки предприятия по модернизации оборудования и расширения производственных мощностей.

**5 Модель планирования и управления ассортиментом на основе мониторинга финансово-хозяйственной деятельности предприятия (Модель 5)** [133].

В основных характеристиках модели 5 используются:

- процедуры и алгоритм интегральных оценок финансовой состоятельности предприятия по данным информационного мониторинга, позволяющие принимать управленческие решения и определять рациональный вариант развития предприятия на основе имитационного эксперимента;
- адаптивный подход и схема алгоритма, обеспечивающие прогнозирование динамики обобщенного показателя экономической системы с использованием экспертной информации;



- оптимизационная модель и алгоритм рационального выбора варианта ассортимента продукции, обеспечивающие оптимальную процедуру выбора управления ассортиментом на основе мониторинга финансового состояния предприятия;

- метод интеллектуальной поддержки процедур выдвижения и ранжирования по интегральному показателю, позволяющему осуществлять выбор варианта решения на основе компьютерного совещания в условиях неопределенности в выборе цели и неполной информации.

Основные недостатки модели 5 заключаются в следующем. В модели используется метод ранжирования, который, во-первых, не позволяет учесть динамических ограничений на ресурсы, что может привести хозяйствующий субъект к потере финансово-экономической устойчивости на различных этапах его развития. Во-вторых, метод позволяет оценивать объекты, процессы и явления только качественно, и не позволяет составлять бюджет расходов и доходов. Метод ранжирования рассматривался автором в качестве возможного подхода к построению плана по ассортименту и был отброшен из дальнейшего рассмотрения.

### **6 Модель оптимизации ассортимента по маржинальной прибыли и рентабельности с последующим распределением финансовых ресурсов по товарным группам (Модель 6) [100].**

Основные характеристики модели 6.

- Математическая модель предназначена для решения задачи управления ассортиментом на этапе разработки финансово-экономической стратегии.

- Предполагает метод и алгоритм распределения финансовых ресурсов по ассортименту по критерию удельной маржинальной рентабельности, обеспечивающему получение максимальной прибыли, доказано утверждение и теорема;

- На основе математической модели и метода принятия решений разработаны информационные технологии и регламенты анализа и выбора ассортимента, распределения финансовых ресурсов по видам продукции.

- Разработаны рекомендации по определению ассортиментной стратегии предприятия и управлению финансами в части, связанной с управлением ассортиментом.

Основной недостаток модели – не учитываются возможность внедрения новых производств, технологий, модернизация оборудования и т.д. увеличивающая долю постоянных затрат в себестоимости, и влияющий на рентабельность продукции.

### **7 Модель оптимизации ассортимента, на основе максимизации показателя чистой текущей стоимости бизнес – проекта (Модель 7) [116], включает:**

- алгоритм формирования оптимальной структуры ассортимента на основе миссии бизнеса, направленный на разрешение противоречия между долгосрочными (стратегическими) и текущими (оперативными) приоритетами бизнеса в условиях рыночной экономики;

- иерархию групп ассортимента, обусловленных решениями уровня стратегии, тактики и оперативного управления субъектом бизнеса, которая соответствует перенесению решений о стратегии бизнеса, его тактике и оперативных управленческих решений на товарный ассортимент.

Предполагается, что хозяйственная деятельность субъекта малого или среднего бизнеса может оцениваться упрощенно и вполне сравнима с инвестиционным проектом в широком смысле, что позволяет:

- использовать максимум показателя чистой текущей стоимости в качестве основной характеристики «ценности» всех стратегических и оперативно-тактических решений относительно ассортимента;

- использовать показатель чистой текущей стоимости в роли главного критерия оптимальности ассортимента, что соответствует как долгосрочным, так и текущим приоритетам бизнеса.

Однако при практическом применении такого подхода возникает немало трудностей.

В научных исследованиях Плехановой [97] выявлено, что существует проблема сопоставимости альтернатив при оценке их эффективности.

При этом возможны следующие ситуации:

- 1) проекты имеют разную длительность;

- 2) проекты имеют различные величины капитальных вложений;

- 3) проекты отличаются как по длительности, так и по величине инвестиций;

4) проекты характеризуются различными параметрами денежных потоков: инвестициями, доходами, текущими затратами.

При планировании ассортимента с помощью  $NPV$ , при оптимизации бизнес-процессов (или проектов), возникают все вышеперечисленные проблемы по сопоставимости альтернатив. Кроме того, как было уже отмечено в начале параграфа, необходимо выбирать не один наиболее эффективный проект, а некоторую совокупность. Наше исследование показало значительные трудности, возникающие при реализации данной модели.

**8 Модель оптимизация ассортимента на основе максимизации коэффициента ранговой корреляции показателей рентабельности и удельного веса в общем выпуске (Модель 8)** [62]. Формирование ассортиментной политики предприятия осуществляют по схеме: ранговый анализ фактической структуры ассортимента – анализ факторов ассортиментной политики – принятие решения о мерах по улучшению ассортимента – ранговый анализ желательной структуры ассортимента.

В процессе рангового анализа для каждого вида изделия выявляют удельный вес выпуска в общем объеме, рентабельность, ранг выпуска по удельному весу (наибольшему значению удельного веса присваивается ранг 1), ранг по рентабельности, разницу рангов по удельному весу и по рентабельности. Небольшая разница рангов свидетельствует об экономически рациональной структуре ассортимента.

Количественная степень рациональности структуры ассортимента может быть оценена коэффициентом корреляции рангов выпуска и ранга рентабельности.

Основные недостатки – такие же, как и в вышерассмотренных моделях. Кроме того, в данной методике не формализованы процедуры анализа факторов, влияющих на структуру ассортимента.

**9 Модель оптимизации ассортимента по критерию максимума удельного маржинального дохода на единицу ограничивающего ресурса (Модель 9)**. Широко используется в краткосрочном планировании с помощью линейного программирования, что естественно не позволяет учитывать динамические характеристики многих параметров модели.

**10 Стратегический анализ товарной продукции с использованием моделей бизнес – портфеля (Модель 10)** [1, 37, 62]:

- а) Бостонской Консалтинговой Группы;
- б) General Electric;
- в) Shell;
- г) Артур д' Литтл.

О недостатках данной группы моделей высказался Ф. Котлер [58]: «...Использование моделей бизнес-портфеля требует повышенной осторожности. Наиболее вероятно, что большинство структурных бизнес-единиц (СБЕ) в результате компромиссного выделения показателей окажутся в середине матрицы, что затрудняет оценку стратегии. И наконец, модели не отражают взаимодействие различных направлений бизнеса, а значит, принятие решения о судьбе какого-то одного из них может негативно сказаться на остальных. Возможно Вы примете решение о ликвидации, казалось бы, безнадежного бизнеса, который на самом деле обеспечивает устойчивое функционирование других СБЕ...».

Для проведения более подробного сравнительного анализа описанных выше подходов формирования оптимального ассортиментного плана составим таблицу (см. табл. П1.1 прил. 1).

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы.

1) Основное внимание в большинстве моделей уделяется вопросам оперативного и краткосрочного формирования товарно-ассортиментного плана (ТАП). Модели № 1, 3, 7, 10 позволяют осуществлять среднее и долгосрочное планирование. Однако следует отметить, что группа моделей № 10 не являются оптимизационными, а носят рекомендательный характер. Модели № 1, 3, 7 недостаточно эффективно учитывают перспективную неопределенность, тогда как именно она и вызывает основные затруднения при формировании планов.

2) С позиции учета ретроспективной неопределенности наиболее разработанными являются стохастические и экстраполяционные методы, которые реализованы в моделях № 1, 2, 4, 7. Тем не менее, данные модели, и тем более другие, не учитывают большинство указанных в § 4.2 факторов, которые, на наш взгляд, необходимо переводить в разряд ограничений, а также не содержат в себе большинство из предложенных нами концептуальных основ формирования ТАП (см. § 4.3), за исключением концепции резервирования, лимитирования, сохранения и приращения капитала.

Существующие экономико-математические динамические модели и модели формирования надежных планов ориентированы на краткосрочную оптимизацию, и, следовательно, также не обеспечивают решение поставленных задач при формировании долгосрочных планов.

3) Нами была выявлена проблема, заключающаяся в недостаточной проработанности вопросов математической формализации и оптимизации конкретного плана мероприятий по достижению целей ТАП совмещения результатов рыночных исследований и внутренних возможностей предприятия.

Таким образом, не применяются полноценно методы календарного и ресурсного планирования. Данная проблема, на наш взгляд влечет недостаточно качественное решение вопросов сочетания долгосрочной и краткосрочной политики, хотя попытка ее решения содержится в Моделях № 4, 5, 6.

В последних недостаточно проработаны вопросы планирования товаров производственного назначения длительного использования. Следовательно, как мы полагаем, этапы принятия решения потребителем о покупке не закладываются в модель и поэтому, вопрос планирования маркетинговых мероприятий не решается достаточно эффективно, либо вообще не учитывается.

4) Серьезной проблемой, на наш взгляд, является недостаточное уделение внимания в существующих подходах возможности применения оптимизационных методов к новым товарам, без которых, очевидно, предприятие со временем будет терять свою экономическую устойчивость.

В работе И.В. Филимоненко [125] имеется попытка исправить данный недостаток с применением критерия перспективности товара, который может быть оценен лишь качественно. Как уже было отмечено ранее, наличие качественного критерия недостаточно для построения оптимизационной модели, поскольку имеется необходимость приблизительной оценки возможных потерь в случае, если изделие окажется не востребованным рынком. Следовательно, в данном подходе не может быть реализована эффективно процедура оценки и учета риска, необходимость применения которой отмечена в § 4.2.

5) Учет фактора гибкости организации решен лишь частично и косвенно в Моделях № 2, где при существующих ограничениях, часть ресурсов может быть использована другими товарами. Однако не дается никаких рекомендаций по увеличению скорости взаимозаменяемости ресурсов, снижению затрат на обеспечение возможности использования одним товаром ресурсов другого товара при колебаниях спроса.

#### **4 ФОРМУЛИРОВАНИЕ ИДЕАЛЬНО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА МОДЕЛИ ДОЛГОСРОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТОВАРНО-АССОРТИМЕНТНОГО ПЛАНА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

---

##### **4.1 ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОВАРНО-АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКОЙ**

Планирование ассортимента продукции на предприятии является отправной точкой для разработки других планов, таких как: финансовый, организационно-технический, план по труду, по снабжению и т.д. Поэтому эффективность функционирования организации во многом зависит от используемых подходов планирования товарного ассортимента.

Проведенное исследование позволило определить понятие «управление товарно-ассортиментной политикой» как деятельность по управлению организационными процессами, обеспечивающих разработку, производство и реализацию продукции таким образом, чтобы наращивать производственно-экономический, интеллектуальный, информационный потенциал, дающего возможность своевременного доступа к требуемым ресурсам, с целью создания необходимых условий по обеспечению (усилению) экономической устойчивости организации, как в настоящем, так и в будущем.

Применительно к экономическим системам определение устойчивости было дано выдающимся ученым Л.Л. Тереховым: «Устойчи-

вость – это способность системы функционировать в состояниях, близких к равновесному, в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий». Данное определение, на наш взгляд, нуждается в уточнении. Устойчивость не всегда означает способность поддержания системой равновесного состояния.

Использование исследовательского аппарата кибернетики для изучения социальных и, в частности, экономических систем предполагает определенную адаптацию термина «устойчивость» к характерным свойствам изучаемых систем, одним из которых является существование цели развития. В дальнейшем предлагается понимать под устойчивостью *способность системы, функционирующей по определенному алгоритму, достигать цели функционирования в определенной фазе развития.*

Экономическое состояние предприятия может варьироваться от крайне неустойчивого, при котором оно находится на грани банкротства, до относительно устойчивого. В случае нарушения устойчивости существенное значение имеет направленность процесса: усиление неустойчивости или ее ослабление.

Существует две основные группы факторов устойчивости: 1) количественные; 2) качественные. Действие количественных факторов устойчивости заключается в том, что количественный результат функционирования системы заранее превосходит значение соответствующей фазовой координаты цели, и поэтому есть некоторый «запас прочности», такой, что даже если под воздействием параметров внешней среды значение фазовой координаты системы окажется меньше запланированного, все равно оно попадает в изображающую область цели.

Функционирование систем в условиях неопределенности параметров состояния внешней и внутренней сред и достижение ими поставленных целей происходит благодаря устойчивости систем к непредсказуемым наверняка изменениям этих параметров. Устойчивость является объективно присутствующим свойством любой системы и обусловлена спецификой ее функционирования, структурой, способностью к улавливанию, переработке и реагированию на информационные импульсы и другими факторами. Показателем устойчивости является вероятность достижения поставленной цели.

Способность предприятия преодолевать кризисы, побеждать в конкурентной борьбе, сохранять экономическую устойчивость во многом зависит от действия *внутренней группы факторов – от состояния его внутренней среды.* Внутренняя группа факторов включает в себя цели, задачи, структуру, технологию, кадры предприятия. В условиях стабильной экономики основные помехи, мешающие развитию предприятия, как правило, заключены в сфере его собственной деятельности и содержат внутренние расхождения и противоречия по поводу целей предприятия, средств их достижения, ресурсов, методов организации деятельности и управления по достижению целей

Соответственно задачами товарно-ассортиментной политики являются:

- достижение максимального объема прибыли за определенный промежуток времени;
- достижение необходимого процента рентабельности, как по отдельным товарам, так и в среднем по предприятию;

- увеличение рыночной доли;
- наращивание объемов производства;
- темпы прироста выручки от реализации;
- удовлетворение запросов потребителей;
- оптимальное использование технологических знаний и опыта фирмы;
- оптимизация финансовых результатов;
- завоевание новых покупателей, путем расширения сферы применения товара.

В условиях рыночной экономики руководители предприятий все более осознают необходимость ориентации производственной деятельности на потребителя, в связи с чем возникает проблема согласования интересов потребителей и предприятий – производителей продукции через механизмы оптимизации. С одной стороны, при принятии решения о том, что производить и в каком количестве, руководство предприятия ориентируется на результаты проведенного исследования рынка: рыночный спрос, влияние конкурентов, разработанные модели товарного ассортимента; с другой стороны, возможности предприятия по выпуску продукции ограничены действующими производственными мощностями, сырьевыми и трудовыми ресурсами, финансовыми возможностями предприятия. В связи с этим необходим поиск решения, которое бы позволило согласовать интересы потребителей (как можно полнее удовлетворить их потребности) и возможности и цели предприятия на рынке сбыта.

Осуществление товарной стратегии и  
текущее формирование структуры ассортимента

Управление ассортиментом в комплексе, как составная часть менеджмента, представляет собой систему, состоящую из трех уровней:

- 1) осуществление ТС (товарной стратегии);
- 2) принятие тактических решений о товарном ассортименте;
- 3) оперативное формирование номенклатуры ассортимента (производственной программы).

Все решения в области ТС можно представить в виде конечного результата взаимодействия трех переменных:

- целей бизнеса;
- ресурсов его субъекта;
- условий внешней среды.

Каждая из трех составляющих ТС может быть представлена графически как математическое множество точек на поле позиций номенклатуры, которое представляет собой весь возможный ассортиментный потенциал рассматриваемого бизнеса (рис. 4.1).

Дадим определения следующим понятиям, используемым при изучении процесса осуществления товарной стратегии.

*Область «Множество позиций номенклатуры»* – множество, представляющее собой неограниченный ассортиментный потенциал предприятия (товарный ассортимент ни чем не ограничен и, теоретически, бесконечно широк) всех возможных номенклатурных позиций.

*Область «Цели предприятия»* – множество, определяемое целями бизнеса позиций номенклатуры.



РИС. 4.1 ОГРАНИЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ЦЕЛЕЙ РЕСУРСОВ И ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

*Область «Внутренние ресурсы предприятия»* – множество позиций номенклатуры, определяемое ресурсными возможностями субъекта.

*Область «Факторы внешней среды»* – множество позиций номенклатуры, определяемое ограничениями и возможностями внешней среды.

*Сектор А* – множество позиций номенклатуры, в пределах которого цели субъекта и его ресурсные возможности совпадают.

*Сектор В* – множество позиций номенклатуры, в пределах которого ресурсные возможности субъекта соответствуют условиям внешней среды.

*Сектор С* – множество позиций номенклатуры, в пределах которого условия внешней среды и цели субъекта соответствуют друг другу.

*Сектор D* – множество позиций номенклатуры, в пределах которого условия внешней среды, внутренние ресурсы и цели субъекта, соответствуют друг другу.

Стратегическое планирование представляет собой процесс принятия управленческих решений относительно долгосрочного предвидения распределения ресурсов, адаптации компании к внешней среде, внутренней организации. Так как для промышленного предприятия конечной целью является создание и реализация товаров потребителю, то основным источником дохода являются инвестиции в производство товаров и услуг, удовлетворяющих потребности общества. Следовательно, задача разработки стратегического плана распределения ресурсов тесно связана с формированием товарно-ассортиментной политики.

При планировании товарной номенклатуры уровень риска заметно увеличивается в точках стратегического воздействия в такие моменты времени, когда происходит значительный расход ресурсов, и, в

результате осуществления какого-либо процесса, возможно образование безвозвратных затрат, т.е. преобразованные ресурсы не могут быть использованы другими операциями.

Основные точки стратегического воздействия в жизненном цикле товара соответствуют началу или концу следующих мероприятий.

- 1 Анализ конъюнктуры и тенденций рынка.
- 2 НИОКР.
- 3 Запуск работ по выпуску опытной партии.
- 4 Испытание опытной партии.
- 5 Строительство зданий, сооружений.
- 6 Покупка, монтаж, пуско-наладка оборудования.
- 7 Пробные продажи опытной партии.
- 8 Разработка дополнительной оснастки, приспособлений, модернизация оборудования, ремонт.
- 9 Найм, обучение, переподготовка и повышение квалификации персонала.
- 10 Закупка сырья для обеспечения производственного цикла.
- 11 Завершение поступления сырья в производство:
  - заготовительные цеха;
  - выпускающие цеха.
- 12 Доставка товаров на определенные рынки определенным покупателям по определенной цене.
- 13 Осуществление затрат на маркетинговые мероприятия по формированию спроса и стимулированию сбыта.
- 14 Ликвидация оборудования, увольнение персонала.

Допустим, на основе анализа внешней и внутренней среды фирма для каждого товара разработала определенные мероприятия и оценила потребность в необходимых ресурсах. Тогда обобщенную задачу управления товарным ассортиментом можно представить как установление приоритетности распределения ресурсов между указанными выше мероприятиями или процессами, относящимися к какому-либо товару, в данный промежуток времени.

#### **4.2 Особенности построения научно обоснованных планов в долгосрочном периоде**

Традиционно под товарно-ассортиментной политикой понимается система мер по определению набора товарных групп, наиболее предпочтительных для успешной работы на рынке и обеспечивающих экономическую эффективность деятельности предприятия в целом [101].

Основными целями ассортиментной политики являются [62, 113, 116, 123, 125, 128]:

- 1) удовлетворение запросов потребителей;
- 2) оптимизация финансовых результатов предприятия.

В науке и практике выделяют следующие задачи товарно-ассортиментной политики [10, 17, 100, 125]:

- достижение максимального объема прибыли за определенный промежуток времени;
- достижение необходимого процента рентабельности, как по отдельным товарам, так и в среднем по предприятию;
  - увеличение рыночной доли;
  - наращивание объемов производства;
  - темпы прироста выручки от реализации;
  - удовлетворение запросов потребителей;
  - оптимальное использование технологических знаний и опыта фирмы;
  - оптимизация финансовых результатов;
  - завоевание новых покупателей, путем расширения сферы применения товара.

Очевидно, что все вышеперечисленные задачи взаимосвязаны между собой, однако, их комплексное решение в условиях неопределенности наталкивается на ряд трудностей. В ходе исследований современных научных взглядов по проблемам развития предприятия [24, 29, 38, 47, 50, 61, 62, 65, 68, 107, 109, 118, 126, 130, 137], а также подходов к формированию товарного ассортимента фирмы [10, 17, 20, 37, 69, 100, 101, 105, 113, 116, 123, 125, 128, 133], нами были выявлены следующие факторы и

ограничения, которые должны учитываться при построении оптимизационных моделей формирования товарно-ассортиментной политики.

1...Организационная инертность. Как бы быстро ни реагировало руководство фирмы на рыночную конъюнктуру, ее влияние на комбинацию и взаимодействие ресурсов будет происходить с запаздыванием во времени. В общем случае масштабность и сложная структура организации увеличивает время реагирования [62].

2...Задержка времени реакции потребителей на маркетинговые мероприятия. Любые изменения в структуре производства, а также изменения потребительских свойств товаров, должны быть подкреплены заранее маркетинговыми мероприятиями, что связано с психологией поведения потребителей.

3...Надежность плана. Постепенное раскрытие неопределенности, нестабильность окружающей среды вообще может привести к полному или частичному отказу от какой-либо альтернативы, в результате чего возможно возникновение потерь в виде убытков, упущенной выгоды и дополнительных расходов. Следовательно, необходимо стремиться снижать возможные потери, увеличивая вероятность достижения поставленных целей.

4...Ритмичность реализации продукции. По нашему мнению, при планировании ассортимента следует обращать внимание на длительность финансового и операционного цикла и обеспечивать своевременное поступление выручки от реализации, что позволяет своевременно пополнить резерв и покрыть текущие финансовые потребности. Ритмичное поступление выручки зависит от ритмичности производства, которое в свою очередь зависит от ритмичности поставки сырьевых и трудовых ресурсов, эффективной организации производственных процессов. Выход из строя одной из цепочек приводит к общей дестабилизации деятельности предприятия, увеличению затрат, а следовательно, снижению прибыли, ухудшению всех финансово-экономических показателей.

5...Этапы равновесия и дисбаланса экономической устойчивости фирмы.

Очевидно, что чувствительность организации к воздействию как внешних, так и внутренних факторов меняется в определенные интервалы времени, что накладывает ограничения на широту, глубину, структуру ассортимента, ценовую политику. Например, изменение постоянных затрат ведет к увеличению или снижению силы воздействия операционного рычага. Это объясняется тем, что осуществление капиталовложений (введение, ликвидация, модернизация производственных и непроизводственных фондов; информатизация и автоматизация предприятия; найм, подготовка и переподготовка персонала; слияние с другими компаниями) оттягивает часть ресурсов (технологических, технических, финансовых, кадровых).

Скачок постоянных затрат усиливает действие операционного рычага, влияет на ликвидность, платежеспособность, финансовую устойчивость организации [126]. На небольшом удалении от порога рентабельности сила воздействия операционного рычага будет максимальной, а затем вновь начинает убывать и так вновь до нового скачка постоянных затрат с преодолением нового порога рентабельности. По существу, высокий удельный вес постоянных затрат в общей их сумме свидетельствует об ослаблении гибкости предприятия. В случае необходимости выйти из своего бизнеса и перейти в другую сферу деятельности, круто диверсифицироваться предприятию будет сложно и в организационном, и особенно в финансовом смысле, и так до бесконечности.

6...Рекурсивность функции оптимизации. В результате анализа было выявлено, что модель оптимизации ассортимента, как правило, предполагает с учетом ограничений увеличить долю той продукции, которая имеет наибольшую маржинальную рентабельность или какой-либо коэффициент перспективности или привлекательности, и на этом оптимизационные расчеты заканчиваются. Однако увеличение объема реализации требует либо снижения цены, либо увеличения затрат на продвижение. Поэтому, вполне возможно, стремление увеличить объем реализации будет сопровождаться снижением рентабельности, что в свою очередь может потребовать пересмотра оптимальной структуры. Поскольку обычно в оптимизационную модель не закладываются затраты на достижение определенного уровня рентабельности, объема реализации (так как неизвестно, каким будет этот оптимальный объем реализации), то расчетный теоретический уровень прибыли является на практике не достижимым при существенных расчетных изменениях структуры ассортимента. Разрешение данного противоречия следует проводить путем имитации возможных затрат на достижение определенного объема реализации продукции.

7...Динамический характер ограничений. Добиваясь определенных целей в данном периоде, организация, затрачивая ресурсы, принимает на себя больше рисков и, соответственно, накладывает на себя ограничения, которые должны быть учтены в следующем плановом периоде.

8...Неопределенности и риск. Очевидно, задачу построения оптимального ассортимента можно свести к задаче повышения эффективности распределения ресурсов.

Следовательно, достижение целей ассортиментной политики в условиях неопределенности сопряжено с риском ресурсных потерь, что вызывает необходимость оценки и учета риска при разработке соответствующих среднесрочных и долгосрочных планов.

Ситуация полной неопределенности характеризуется тем, что выбор конкретного плана действий может привести к любому исходу из фиксированного множества альтернатив, но вероятности исходов неизвестны [24, 25, 28, 31, 38, 46].

Риск – это деятельность, связанная с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели [2, 9, 31, 46]. Основными причинами неопределенности, и, следовательно, источниками риска являются: а) спонтанность природных процессов и явлений, стихийные бедствия; б) случайность социально-экономических процессов; в) наличие противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов; г) вероятностный характер НТП; д) неполнота; недостаточность информации об объекте, явлении или процессе.

Для полной характеристики определения понятия «риск» целесообразно выявить понятие «ситуация риска», под которой следует понимать сочетание, совокупность различных обстоятельств и условий, создающих определенную обстановку для того или иного вида деятельности. Ситуации риска сопутствуют три соответствующих условия [31]:

- ..наличие неопределенности;
- ..наличие и необходимость выбора альтернативы;
- ..возможность оценить вероятность выбираемых альтернатив.

Анализ, систематизация и обобщение отечественных и зарубежных публикаций по вопросам анализа, оценки и управления риском показывают, что в настоящее время:

- отсутствует единое общепринятое словесное определение понятия «риск»;
- не разработана пригодная для различных теоретических и практических случаев формализация, позволяющая корректно исчислять обобщенный показатель риска;
- отсутствуют научно-обоснованные рекомендации по определению «приемлемости» конкретного уровня риска в конкретной ситуации.

Факт функционирования организации в условиях неопределенности и риска, на наш взгляд, вызывает необходимость учета следующего фактора.

9... Устойчивость организации [38, 65, 109, 137].

А) Применительно к экономическим системам определение устойчивости было дано выдающимся ученым Л.Л. Тереховым: «Устойчивость – это способность системы функционировать в состояниях, близких к равновесному, в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий» [38].

Данное определение, по мнению Н.В. Зубанова, нуждается в уточнении. Устойчивость не всегда означает способность поддержания системой равновесного состояния. Использование исследовательского аппарата кибернетики для изучения социальных и, в частности, экономических систем предполагает определенную адаптацию термина «устойчивость» к характерным свойствам изучаемых систем, одним из которых является существование цели развития. В дальнейшем предлагается понимать под устойчивостью *способность системы, функционирующей по определенному алгоритму, достигать цели функционирования в определенной фазе развития*. Мы согласны с данным подходом и будем его использовать в дальнейшем при построении модели оптимизации.

Б) Функционирование систем в условиях неопределенности параметров состояния внешней и внутренней сред и достижение ими поставленных целей происходит благодаря устойчивости систем к непредсказуемым наверняка изменениям этих параметров. Устойчивость является объективно присутствующим свойством любой системы и обусловлена спецификой ее функционирования, структурой, способностью к улавливанию, переработке и реагированию на информационные импульсы и другими факторами. Одним из показателей устойчивости является вероятность достижения поставленной цели.

В) Экономическое состояние предприятия может варьироваться от крайне неустойчивого, при котором оно находится на грани банкротства, до относительно устойчивого. В случае нарушения устойчивости существенное значение имеет направленность процесса: усиление неустойчивости или ее ослабление.

Г) Существует две основные группы факторов устойчивости:

1) количественные; 2) качественные. Действие количественных факторов устойчивости заключается в том, что количественный результат функционирования системы заранее превосходит значение соответст-



вующей фазовой координаты цели и поэтому есть некоторый «запас прочности», такой, что даже если под воздействием параметров внешней среды значение фазовой координаты системы окажется меньше запланированного, все равно оно попадает в изображающую область цели.

Д) Способность предприятия преодолевать кризисы, побеждать в конкурентной борьбе, сохранять экономическую устойчивость во многом зависит от действия *внутренней группы факторов, от состояния его внутренней среды*. Внутренняя группа факторов включает в себя цели, задачи, структуру, технологию, кадры предприятия. В условиях стабильной экономики основные помехи, мешающие развитию предприятия, как правило, заключены в сфере его собственной деятельности и содержат внутренние расхождения и противоречия по поводу целей предприятия, средств их достижения, ресурсов, методов организации деятельности и управления по достижению целей

10 Эффективная формализация суждений и интуитивных предпочтений ЛПР, а также экспертов, принимающих участие в процессе планирования ассортимента. В условиях неопределенности решающую роль в принятии управленческих решений играет человек.

В условиях риска, когда имеется возможность объективно оценить вероятность наступления тех или иных событий, выбор может произвести и компьютер с помощью соответствующего программного обеспечения.

Большинство же существующих методик принятия экономических решений в условиях неопределенности ориентированы на использование субъективных вероятностей. Поэтому, несмотря на бурное развитие информационных технологий возникает проблема эффективности реализации человеко-машинных процедур, выработки оптимальных решений [133]. Многочисленные исследования процессов принятия решения убедительно показывают, что человек склонен мыслить, прежде всего, качественно [89].

Существует достаточно большое число методов формализации постановки и принятия решения в условиях неопределенности. Однако они недостаточно точно отражают предпочтения ЛПР. Кроме того, возникают трудности в восприятии количественных оценок уровней каких-либо факторов, например, риска, полученных в результате исследований, расчетов, анализа. Это объясняется тем, что границы смежных уровней показателей обычно не являются четкими, а, как правило, размыты.

В целях учета данных факторов в оптимизационной модели, нами были систематизированы и разработаны концептуальные основы формирования товарно-ассортиментной политики.

#### 4.3 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ОСНОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТОВАРНО-АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ

В результате анализа теоретических и методических подходов по формированию товарного ассортимента, а также гибкого развития предприятия, были систематизированы и выработаны следующие концепции, которые учитывают все перечисленные в § 4.2 факторы и по нашему мнению необходимы для построения адекватной оптимизационной модели.

##### Концепция сохранения и приращения капитала

Вкладчики обеспечивают компанию капиталом и вправе ожидать соответствующей отдачи от инвестиций. Акционеры компании являются ее законными собственниками. Следовательно, предпочтительной целью большинства корпораций является максимизация доходов акционеров. Вкладчики получают возврат своих капиталов в двух видах:

- 1) от выплаты дивидендов;
- 2) от повышения цены капитала при увеличении масштабов рынка (увеличения рыночной цены акций).

Поэтому одна из основных целей ассортиментной политики – это наращивание капитала. Кроме того, планирование минимального уровня прибыли, рентабельности для предприятия является обязательным, если оно использует заемные средства.

Чтобы доказать данное утверждение, обратимся к известной формуле эффекта финансового рычага.

$$\text{ЭФР}(\%) = \left( \frac{100 - H}{H} \right) (\text{ЭР} - \text{СП}) \frac{3\text{С}}{\text{СС}}, \quad (4.1)$$

где  $H$  – ставка налога на прибыль, %;  $\text{ЭР}$  – экономическая рентабельность.

$$\text{ЭР} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Активы}}, \text{ Активы} = \text{СС} + \text{ЗС}, \quad (4.2)$$

где СС – собственные средства; ЗС – заемные средства; СП – ставка процента по полученным кредитам. Если предприятие использует заемные средства, то получения прибыли просто необходимо, причем, должно соблюдаться условие  $\text{ЭР} > \text{СП}$ , иначе рентабельность собственных средств будет понижаться, возрастет риск организации-заемщика [126]. Предприятию следует планировать минимальный уровень прибыли и рентабельности, а также постоянно поддерживать оптимальное соотношение уровня заемных и собственных средств. Это связано с тем, что слишком большое привлечение заемных средств уменьшает финансовую устойчивость, слишком малое – не позволяет предприятию развиваться.

В любом случае увеличение собственного капитала создает больше возможностей повышения экономической устойчивости фирмы. Дополнительный объем средств, в виде привлекаемых кредитов и займов должен быть достаточным для достижения поставленных целей.

Кроме того, для предприятия жизненно важно удовлетворять изменяющиеся требования потребителей как к качеству, так и к количеству выпускаемых товаров, для чего требуются значительные финансовые вложения. Причем важна не только их количественная сторона, но и темпы осуществления этих вложений [107]. В связи с этим, приоритетными направлениями затрат, связанных с разработкой изделия, подготовкой и освоением производства, являются: предпроектная подготовка и НИОКР, проектирование, освоение производства и выпуск опытной партии. Выбор доли прибыли на обновление частично определяется изменчивостью технологической области, в которой действует фирма, а также масштабом поставленной ею задачи. Однако этот показатель никогда не должен быть меньше определенного критического уровня.

Следует отметить, что соблюдение принципа сохранения и устойчивого приращения капитала при планировании ассортимента в условиях неопределенности является довольно затруднительным, вследствие высокой погрешности прогнозирования, влекущей появления рискованных ситуаций и масштабов ожидаемых потерь. В условиях неопределенности процесс надежной реализации данной концепции сохранения и приращения капитала всегда под угрозой, что предопределяет рассмотрение следующей.

### Концепция преодоления неопределенности

В работах М.И. Круглова [62] приведена систематизация принципов преодоления неопределенности, которые, по нашему мнению, должны быть учтены при планировании ассортимента. Данная концепция базируется на следующих принципах: накрытия и пересечения, центральной ситуации и синтеза свойств системы, принцип рационального сочетания свойств целостности и обособленности развивающихся систем, подвижности и стабильности элементов. Преодоление неопределенности внешней среды предприятия целесообразно базировать на следующих подходах:

- повышение быстродействия управления развитием таким образом, чтобы реакция предприятия на изменения внешней среды была сравнима с темпами ее изменений (этот подход реализуется в исследовании повышением гибкости бизнес-процессов предприятия);
- ориентация на различные уровни достижения целей в множестве возможных ситуаций на основе установления приоритета целей (реализуется принцип «накрытия и пересечения»), в исследовании рассчитывается коэффициент адекватности целям;
- ориентация на приоритетное достижение множества целей центральной ситуации (принцип центральной ситуации);
- расширения области использования той или иной технологической системы или иной системы продукции путем синтеза соответствующих свойств;
- комбинирование вышеуказанных подходов.

В условиях неопределенности компании необходимо выявлять возможные социально-экономические ситуации и определить цели проектируемой системы в этих ситуациях. Если представляется возможным спрогнозировать наиболее вероятную (центральную) ситуацию, то фиксированную для всего множества ситуаций систему-цель целесообразно представить в виде системы целей центральной ситуации и дополнений к ней в каждой из ситуаций. В этом случае развитие технологической ситуации можно вести в интересах достижения целей центральной ситуации, предусматривая возмож-

ности модификации системы в других ситуациях или включение в систему резервных элементов (принцип центральной ситуации).

Возможен другой путь развития технологической системы – проектирование нескольких вариантов системы, предназначенных для различных ситуаций. Если с приближением периода реализации проектов неопределенность ситуации снимается, то из нескольких вариантов проекта можно выбрать для производства предпочтительный в складывающейся ситуации вариант (принцип, обеспечивающий накрытия путем выжидания ситуации).

Если же неопределенность сохранилась, приходится создавать несколько вариантов технологических систем с тем, чтобы обеспечивать удовлетворение потребностей во всем вероятном или ожидаемом множестве ситуаций, гарантируя достижение наиболее важных целей при любых ситуациях (принцип накрытия и пересечения множеств средств на множестве потребностей).

### Концепция гибкости предприятия

Потребность в гибкости производства вызвана хозяйственной практикой и, на наш взгляд, должна объединять все вышеуказанные принципы преодоления неопределенности. Вековая тенденция концентрации производства была связана с «экономией на масштабах». Однако за последние десятилетия в связи с неуклонным ростом номенклатуры продукции и темпов ее обновления характер промышленного предприятия стал меняться. Гибкость к потребностям рынка стала главным фактором выживания предприятия в конкурентной борьбе [107].

Необходимость повышения гибкости предприятия к потребностям рынка диктуется следующими причинами.

1 Невозможно никакими другими путями достаточно устойчиво увеличивать ассортимент и номенклатуру производимой продукции. Отечественная и зарубежная практика показывает, что наименьшие удельные затраты на производство дополнительной, традиционной или вновь осваиваемой продукции имеют предприятия, в наибольшей степени готовые к перестройке традиционной схемы функционирования.

2 Чрезвычайно важно в ближайшее время «отвоевать» отечественный рынок, вытеснить большинство зарубежных товаров. Эффективным методом решения этой проблемы является значительное снижение затрат на производство, связанных с техническим перевооружением и выпуском на этой основе оригинальной и пользующейся спросом продукции. Затраты же на техническое перевооружение, как правило, тем ниже, чем выше при прочих равных условиях степень гибкости.

3 Невозможно иначе прорваться на внешний рынок. Общеизвестно, что низкая себестоимость, качество, цена единицы продукции – один из главных аргументов в борьбе за обладание зарубежными рынками.

4 Не обладая высокой гибкостью, предприятия не имеют возможности широко использовать применяемые во всем мире передовую технику и прогрессивные технологии.

5 Негибкое производство не дает возможности развития интеллектуального потенциала предприятия. Высококвалифицированный потенциал научных работников оказывается невостребованным, тем самым, тормозится научно-технический прогресс в обществе.

6 Отсутствие у предприятия необходимой в условиях рынка гибкости, в конце концов, значительно ограничивает возможности простого и расширенного воспроизводства.

Традиционно под гибкостью понимается свойство производственной системы, переходящей в пределах установленных технических возможностей из одного работоспособного состояния в другое, без коренного изменения материально-технической базы. Гибкость объекта – внутреннее, присущее ему свойство реагировать на внешние воздействия без коренных структурных изменений. Гибкость потенциала предприятия – свойство предприятия переходить из одного работоспособного, функционального состояния в другое с минимальными потерями.

Традиционно в научных исследованиях рассматриваются следующие виды гибкости.

1 Технологическая гибкость характеризуется способностью производства к функционированию при возможных технологических возмущениях (колебания технических характеристик оборудования и инструмента, вариациях параметров изделий, простоях и т.д.).

2 Операционная гибкость – способность производства к функционированию при возможных внешних возмущениях, обусловленных изменениями номенклатуры изделий, размеров их партий.

3 Производственная гибкость обуславливает способность производства к расширению выпуска допустимого множества наименований изделий.

Ряд авторов (В.Д. Васильева, Т.Г. Садовская) отмечают, что в настоящее время нет единого подхода к расчету показателя гибкости [107]. Кроме того, большинство показателей гибкости касаются главным образом технологических производственных систем типа гибкого автоматизированного производства. Их гибкость, бесспорно, влияет на мобильность предприятия, но не может охарактеризовать его в целом.

В своих исследованиях В.Н. Самочкин вводит понятие гибкости, как способность предприятия получать необходимый результат, позволяющий ему без коренного изменения основных производственных фондов осваивать за определенные сроки закономерное количество изделий, которые могут быть востребованы рынком и в свою очередь позволяют в будущем периоде получить результат, обеспечивающий выживание и развитие предприятия.

Расчет гибкости в данном случае базируется на двух основных критериях: устойчивость к обновлению, способность к обновлению. Этот подход позволяет оценить гибкость предприятия на основе сравнения его с другими предприятиями отрасли, выявить потребное число обновляемых изделий или номенклатурных позиций. На наш взгляд, данный подход является верным только в том случае, когда имеется база сравнительного анализа.

Тем не менее, как показали наши исследования, на сегодняшний день отсутствует методика учета фактора гибкости на этапе формирования товарно-ассортиментной политики и непосредственно на этапе распределения ресурсов. Кроме того, существует определенный пробел в разработке проблемы гибкости. Имеющиеся результаты исследования рассматривают либо гибкость производства, либо гибкость предприятия в целом.

Поэтому автор предлагает рассматривать проблему гибкости применительно к любым бизнес-процессам, которые планируются к реализации на предприятии.

Существует множество определений или интерпретаций понятия бизнес-процесс. Рубцов С.В. [102] в своем исследовании данной категории показал отсутствие единого мнения авторов по этому вопросу и предлагает свое определение. Бизнес-процесс – это операция, включенная в систему операций, целью которой является производство и поставка услуг/товаров операциям, входящим в систему, а также другим системам. Под операцией же понимается как система объединенных общим замыслом действий, осуществляемых с ресурсом. Такой подход совпадает с теоретическим подходом автора.

Традиционно выделяют две компоненты гибких производственных систем: число различных функциональных состояний, которые производственная система может дискретно принимать в пределах своих технических возможностей, и время перехода из одного функционального состояния в другое.

Авторами предлагается рассчитывать показатель гибкости с учетом также и затрат материальных ресурсов необходимых для обеспечения гибкости, и перехода в иное функциональное состояние. Учет предприятием фактора гибкости при разработке стратегии распределения ресурсов позволит снизить риск, в случае полного или частичного отказа от данной альтернативы, за счет обеспечения возможности своевременного перехода из одного функционального состояния в другое.

Таким образом, под гибкостью будем понимать возможность перехода с минимальными затратами времени и средств с одной альтернативы (мероприятия или бизнес-процесса, включающий в себя совокупность действий, осуществляемых с ресурсом) на другую.

Далее будут рассмотрены вопросы наиболее эффективных направлений повышения гибкости и учета фактора гибкости при распределении ресурсов.

Любая хозяйственная деятельность в условиях неопределенности сопряжена с риском, что требует использование методов его измерения, учета его на этапе планирования. В этой связи рассмотрим следующую концепцию.

#### Концепция учета и оценки риска в точках стратегического воздействия

В современной литературе под «риском» принято понимать вероятность (угрозу) потери предприятием части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой деятельности [38]. Таким образом, объектом управления риском будем считать рискованные вложения капитала, а также любые другие затраты ресурсов.

Очевидно, наибольший эффект от управления рисками будет достигнут именно в тех ситуациях, когда вероятность наступления рискованного случая и значимость ошибки (упущенная выгода) при принятии решений наиболее высокая. При управлении товарной номенклатурой уровень риска заметно увеличи-

вается в так называемых точках стратегического воздействия (*SI*-точки) [24] – т.е. по нашему мнению, в такие моменты времени, когда происходит значительный расход ресурсов, после которых в результате осуществления какого-либо процесса могут образовываться безвозвратные затраты [57].

На наш взгляд, основные точки стратегического воздействия в жизненном цикле товара соответствуют началу или концу следующих мероприятий.

- 1 Анализ конъюнктуры и тенденций рынка.
- 2 НИОКР.
- 3 Запуск работ по выпуску опытной партии.
- 4 Испытание опытной партии.
- 5 Пробные продажи опытной партии.
- 6 Строительство зданий, сооружений.
- 7 Покупка, монтаж, пуско-наладка оборудования.
- 8 Разработка дополнительной оснастки, приспособлений, модернизация оборудования, ремонт.
- 9 Найм, обучение, переподготовка и повышение квалификации персонала.
- 10 Закупка сырья для обеспечения производственного цикла.
- 11 Завершение поступления сырья в производство:
  - в заготовительные цеха;
  - в выпускающие цеха.
- 12 Доставка товаров на определенные рынки определенным покупателям по определенной цене.
- 13 Осуществление затрат на маркетинговые мероприятия по формированию спроса и стимулированию сбыта.
- 14 Ликвидация оборудования, увольнение персонала.

Для выработки адекватных процедур управления рисками в точках стратегического воздействия необходимо учесть в модели концепции преодоления неопределенности.

Для предприятия риск следует оценивать для любых процессов, связанных с товарно-материальными и денежными потоками. Характер потоков обладает некоторой цикличностью, учитывая которую фирма может эффективнее управлять бюджетом доходов и расходов. Поэтому перейдем к рассмотрению следующей концепции.

### Концепция цикличности

Известно, что с момента закупки сырья до момента поступления выручки за продукцию, произведенную из данного сырья, имеется временной разрыв, т.е. средства, вложенные в производство, иммобилизованы на время, равное продолжительности операционного цикла

$$t_{\text{оц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4.3)$$

где  $t_1$  – период времени с момента закупки сырья, материалов, полуфабрикатов до момента отпуска их в производство.

При возникновении кредиторской задолженности:

$$t_1 = t_{\text{хр}} - t_{\text{кз}}, \quad (4.4)$$

где  $t_{\text{хр}}$  – период хранения запасов;  $t_{\text{кз}}$  – отсрочка погашения кредиторской задолженности;  $t_2$  – период времени с момента поступления сырья в производство до момента поступления уже готовой продукции на склад;  $t_3$  – период хранения готовой продукции на складе;  $t_4$  – период времени, начиная с момента отгрузки до момента поступления выручки.

Если имеет место предоплата, то  $t_4 < 0$ .

Если возникает дебиторская задолженность, то

$$t_4 = \text{ДЗ} + \text{время денежных переводов}. \quad (4.5)$$

Часть потребности в оборотных средствах в данном периоде может быть покрыта суммой денежных средств, эквивалентной затратам на закупку сырья и материалов, произведенных  $t_{\text{оц}}$  дней назад. Нами предлагается рассчитывать потребность в оборотных средствах, как

$$\text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i} = Z_{t_{\text{оц}}+i} (1 + p), \quad (4.6)$$

где  $\text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i}$  – потребность в оборотных средствах в данном периоде;  $Z_{t_{\text{оц}}+i}$  – запланированные затраты в данном периоде;  $p$  – вероятность отклонения затрат от запланированной величины.

Тогда условный дефицит оборотных средств  $\Delta\text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i}$  может быть определен как

$$\Delta\text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i} = \text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i} - \text{ПОС}_i. \quad (4.7)$$

Одним из путей снижения дефицита оборотных средств является стремление величины  $\Delta\text{ПОС}_{t_{\text{оц}}+i}$  к нулю. Тогда, с одной стороны, предприятие должно планировать расходы в будущем  $Z_{t_{\text{оц}}+i}$  таким образом, чтобы не превысить величину расходов в настоящий период  $i$  на величину имеющегося резерва, с другой стороны, ориентируясь на будущий спрос, фирма должна планировать текущие расходы таким образом, чтобы обеспечить соответствующие потребности в ресурсах в период времени  $t_{\text{оц}}+i$ .

Принцип цикличности условно разбивает дискретный или непрерывный финансовый поток и был разработан нами для оперативного управления ассортиментом и затрагивал только оборотные средства предприятия. Однако данная концепция может быть успешно использована и для среднесрочного и долгосрочного планирования, затрагивая инвестиционные вложения предприятия.

Однако при реализации только принципа цикличности нельзя избежать резких перепадов между различными фазами цикла, что может повлечь за собой либо нерациональное использование излишка поступивших средств, с оговоркой, что предприятие регулярно реинвестирует их в производство, либо дополнительные расходы на привлечение заемных средств, вследствие дефицита финансово-материальных ресурсов.

### Концепция равномерности движения денежных средств

Равномерное движение доходов и расходов позволяет предприятию избежать больших перепадов, т.е. значительного избытка или недостатка ресурсов в какой-либо момент времени. Особенно актуальным представляется использование этой концепции для предприятий, производящих продукцию с различной длительностью операционного цикла, а также, если ассортимент включает в себя товары сезонного спроса. Поэтому, на наш взгляд, в течение  $t_{\text{оц}}$  надо необходимо стремиться либо к равномерному нарастанию, либо равномерному снижению затрат. Следуя концепции сохранения и приращения капитала, предпочтительно придерживаться первого варианта.

Кроме того, при планировании расходов может использоваться принцип подобия, который заключается в том, что

$$\frac{\sqrt{(Z_i - Z_{i-1})^2}}{n} \rightarrow \min, \quad (4.8)$$

т.е. разница сумм затрат  $Z_i$  и  $Z_{i-1}$  в смежных периодах  $i$  и  $i-1$  должны быть минимальны. Тем не менее, в условиях неопределенности расходы предприятия могут значительно отклоняться от запланированных, что приводит к необходимости резервирования ресурсов.

### Концепция резервирования

Необходимость резервирования финансовых ресурсов вызвана погрешностью прогнозирования рыночной конъюнктуры. Резерв в краткосрочном периоде призван покрыть возможный дефицит оборотных средств из-за увеличения затрат на производство продукции в связи: а) с сезонными колебаниями; б) инфляцией; в) с изменением структуры потребления [9, 31, 49, 121, 122].

Отсюда следует, что объем резервных средств как при перспективном планировании, так и при оперативном планировании, должен обладать определенным запасом прочности, адекватным ошибке прогнозирования (т.е. выдерживать определенное единовременное отклонение от запланированных расходов). К тому же резерв необходим для страхования от сбоев в поставке, нехватки финансовых средств, сбоев в производстве и т.д. Основным источником пополнения резерва является поступающая выручка.

Пусть  $\tau_0$  – минимальный условный период времени, в течение которого расходуются все оборотные средства предприятия. Для обеспечения жизнедеятельности, по нашему мнению, предприятию важно, чтобы  $t_{\text{оц}} \leq \tau_0$ , т.е. выручка должна поступить раньше, чем израсходуются все имеющиеся средства. Выручка, поступившая за период времени  $\tau_0 - t_{\text{оц}}$ , является одним из источников пополнения резерва. Другой источник – валовая маржа, которая поступит за период времени  $t_{\text{оц}}$ .

Выбор длительности  $t_{\text{оц}}$  производится таким образом, чтобы резерв мог покрыть дефицит оборотных средств, что требует соответствующей скорости поступления выручки от реализации.

Другим инструментом снижения риска является лимитирование.

### Концепция лимитирования

В условиях ограниченности ресурсов чрезмерное раздувание резерва приводит к снижению эффективности финансово-хозяйственной деятельности [126]. Поскольку, как уже было сказано выше, объем расходуемых средств за период  $t_{\text{оц}}$  финансовых ресурсов не должен превышать образованного за прошлый период  $\tau_0$  резерва, а также поступившей к данному моменту части валовой маржи, используемой для покрытия текущих затрат, предлагаем следующее условие сбалансированности:

$$\sum_{i=1}^n Z_{\tau_0+i} \leq \sum_{j=1}^n Z_{\tau_0+i-t_{\text{оц}}} + kBM_{\tau_0+i} + R, \quad (4.9)$$

где  $Z_{\tau_0+i}$  – затраты в данный момент;  $Z_{\tau_0+i-t_{\text{оц}}}$  – затраты, осуществленные  $t_{\text{оц}}$  дней назад;  $R$  – резерв;  $k$  – доля поступившей валовой маржи, используемой для покрытия текущих расходов;  $n$  – количество периодов расходования средств в данном периоде в течение  $t_{\text{оц}}$ ;  $m$  – количество периодов расходования средств в прошлом периоде в течение  $t_{\text{оц}}$ .

Исходя из формулы, максимальная длительность операционного цикла должна быть выбрана таким образом, чтобы за период  $\tau_0 - t_{\text{оц}}$  был накоплен необходимый резерв  $R$ .

## **КОНЦЕПЦИЯ РИТМИЧНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ, ПРОИЗВОДСТВА, ПОСТАВКИ**

Ритмичное поступление выручки от реализации позволяет своевременно пополнить резерв и покрыть текущие финансовые потребности. Аритмия приводит к уменьшению планового выпуска продукции, снижению прибыли и рентабельности. Для обеспечения ритмичного поступления выручки необходимо обеспечить ритмичное производство, которое в свою очередь зависит от ритмичной поставки сырьевых и трудовых ресурсов, хорошей организации производственных процессов. Выход из строя одной из цепочек приводит к общей дестабилизации деятельности предприятия, увеличению затрат, а следовательно, снижению прибыли, ухудшению всех финансово-экономических показателей.

Одним из путей решения вопроса построения подсистемы информационного обеспечения ритмичности, на наш взгляд, является формирование индикативного управления товарным ассортиментом.

### **4.4 Формулирование идеального конечного результата**

В результате анализа современных научных взглядов на повышение эффективности функционирования организации в условиях неопределенности, а также существующих методов оптимизации товарного ассортимента, были выявлены существенные факторы, которые, на наш взгляд, должны быть учтены при построении соответствующих моделей планирования.

С этой целью нами систематизированы и разработаны концептуальные основы формирования ТАП в условиях неопределенности, что позволило провести глубокий анализ существующих подходов к формированию оптимального ассортиментного плана и выявить следующие значимые недостатки.

1 В рассмотренных нами моделях не отражены вопросы гибкости планирования и производства, необходимость решения которых не вызывает сомнения, что может быть подтверждено частым упоминанием о данной проблеме во многих научных отечественных и зарубежных трудах, посвященных проблемам развития предприятия в современных условиях. Исследование выявило отсутствие формализованных процедур решения задач подобного рода.

2 Выявлена необходимость совершенствования методики оценки и учета риска при планировании ассортимента, на основе которой станет возможным разработать понятный и простой метод учета толерантности ЛПП к риску.

3 Установлено, что в существующих моделях не учитывается влияние мер по улучшения качества продукции на цену, возможный объем реализации и рентабельность. С данной точки зрения модели являются статичными, которые, как известно, в решении подобных задач менее эффективны, чем динамические.

4 Использование качественных критериев оптимальности, таких как коэффициент адекватности, перспективности, привлекательности наталкивается на большие трудности при практической реализации, поскольку полноценно могут быть реализованы в статичных моделях оптимизации.

5 Выявлено, что практически не используется аппарат нечеткой математики, которая является достаточно эффективным инструментом в ситуациях, когда нельзя корректно применять статистику и расчет вероятностей.

6 Исследования показали отсутствие инструментария индикативного управления ассортиментом, который, на наш взгляд, позволяет вырабатывать сигналы для признания необходимости принятия соответствующих управленческих решений, т.е. запуска собственно механизма оптимизации.

Проведенное исследование позволило автору развить определение понятия «планирование товарно-ассортиментной политики».

Предельные возможности математического аппарата в отношении прогнозирования приводят к необходимости планирования мероприятий, на случай возникновения различных по величине отклонений от плана.

Использование вероятностных моделей требует построения новой архитектуры плана, формирующего некоторый механизм компенсации потерь, связанных с отклонением от плана, что позволит динамически аккумулировать ресурсы вокруг фирмы таким образом, чтобы создаваемый компанией производственно-экономический потенциал мог обеспечивать ей устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

Актуальным, на наш взгляд, представляется разработка принципиально новой модели оптимизации товарного ассортимента промышленного предприятия, которая, используя современный математический аппарат, преодолит его же ограничения для условий неопределенности. Неизбежность участия человека – лица, принимающего решения (ЛПР) в оптимизации товарно-ассортиментного плана, предполагает разработку и включение в идеальную модель эффективных процедур формализации и обработки предпочтений ЛПР на уровне естественного языка, в том числе, касающихся рискованных вложений капитала.

Итак, критический анализ показал, что оптимизационные модели, а также экономический инструментарий разработаны недостаточно и не позволяют в полной мере использовать накопившийся научный потенциал, а также решить обозначенные нами проблемы, что подтверждает актуальность данного исследования. Поэтому целью исследования является разработка модели и методики формирования товарно-ассортиментной политики, позволяющей учитывать склонность ЛПР к риску, повысить вероятность достижения целей организации в условиях неопределенности.

Сформулируем основные требования к идеальной модели формирования товарно-ассортиментной политики в условиях неопределенности:

- учет разработанных концепций (см. § 4.3), позволяющих преодолеть основные факторы и ограничения, отмеченные в § 4.2;
- архитектура плана должна предусматривать гибкий механизм перехода с реализации одной альтернативы на другую;
- каждый переход должен сопровождаться как минимум отсутствием упущенных возможностей, убытков и потерь, связанных с переходом на другую альтернативу;
- модель должна адекватно учитывать трудноформализуемые суждения ЛПР относительно рискованных вложений;
- человеко-машинный диалог должен быть для ЛПР прост, понятен, непродолжителен по времени.

## **5 МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРНОГО АССОРТИМЕНТА И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ**

---



## 5.1 ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Многочисленные исследования процессов принятия решений убедительно показывают, что человеку несвойственно мыслить и принимать решения только в «количественных» характеристиках. Он мыслит, прежде всего, «качественно», и здесь количественные оценки играют вспомогательную роль [84, 89].

Чтобы полнее учитывать мнение эксперта при прогнозировании будущих состояний, в нашем случае, для оценки риска и рентабельности необходимо наиболее точно отразить в математической модели трудноформализуемые суждения. В современном математическом аппарате наиболее адекватно отражено субъективное представление ЛПР об особенностях проблемной ситуации, характере целей или имеющихся ограничениях позволяет теория нечетких множеств [84 – 92].

Принципиальное отличие между случайностью и нечеткостью заключается в том, что функция принадлежности, которая лежит в основе использования математического аппарата нечетких множеств, всегда является гипотезой. Таким образом, эта форма утверждения гипотез открывает ЛПР новые возможности: позволяет строить оценки для альтернатив посредством формального аппарата. Затем, в схемах анализа, использующих теорию нечетких множеств, также как в традиционных методах, строится некоторая система гипотез, только теперь они формулируются в терминах «субъективной» принадлежности. В итоге анализа ЛПР получает результат, который также носит нечеткий характер.

1 Разработка шкалы рентабельности и риска с использованием нечеткой логики.

ЛПР либо ограниченному кругу экспертов, исходя из минимальных и максимальных значений риска и рентабельности, предлагается построить соответствующие шкалы. Интервальные оценки  $i$ -го ЛПР  $j$ -ой категории рентабельности или риска:  $d_i^j, r_i^j$ .

Далее, на основе полученных интервальных оценок формируем функцию принадлежности.

Функция принадлежности  $\mu_A(u)$  – это функция, областью определения которой является носитель  $U, u \in U$ , а областью значений – единичный интервал  $[0, 1]$ . Чем выше  $\mu_A(u)$ , тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя  $u$  нечеткому множеству  $A$ . Например, экспертами даны следующие интервальные оценки второй категории рентабельности:  $\{10, 20\}, \{5, 15\}, \{7, 17\}$ .

Считаем, что на пересечении данных множеств  $\{10, 15\}$  наблюдается полная согласованность, поэтому  $\mu_2 = 1$ . И  $\mu_2 = 0$ , если рентабельность  $< 5$  и  $> 20$ .

Если за базовую взять форму трапеции, то функция принадлежности будет иметь вид трапеции (см. прил. 2, рис. П2.1)

2 Формирование правил определения уровня рентабельности с использованием аппарата нечеткой логики.

Назовем формальным знанием высказывание естественного языка, обладающее следующей структурой,

$$\text{ЕСЛИ } (A_1 \Psi_1 A_2 \Psi_2 \dots A_{N-1} \Psi_{N-1} A_N), \text{ ТО } B \quad (5.1)$$

где  $\{A_i\}, B$  – атомарные высказывания (предикаты);  $\Psi_i$  – логические связки вида И/ИЛИ;  $N$  – размерность условия, причем атомарные высказывания – это:

$$a \Theta X, \quad (5.2)$$

где  $a$  – определяемый объект (аргумент);  $\Theta$  – логическая связка принадлежности вида ЕСТЬ/НЕ ЕСТЬ;  $X$  – обобщение (класс объектов).

Также соблюдается правило очередности в рассмотрении фразы для понимания: сначала все связки «И» применяются к двум смежным предикатам, а затем все связки «ИЛИ» применяются к результатам предшествующих операций.

Результатом разработки соответствующих нечетких правил будет высказывание подобного типа: «Если цена на товар средняя по сравнению с другими товарами предприятия и затраты очень высокие, то рентабельность скорее всего будет низкой», т.е. необходимо построить следующее нечеткое знание.

Если ( $a_1$  есть  $X_1$ ) и ( $a_2$  есть  $X_2$ ), то  $a_3$  соответствует скорее всего  $X_3$  (1):

$a_1$  – цена товара собственного производства;

$X_1$  – уровень цены товара по отношению к другим производимым на предприятии товарам;

$X_1 = \{\text{очень высокая, высокая, выше средней, средняя, ниже средней, низкая, очень низкая}\}$ ;

$a_2$  – средние удельные переменные затраты предприятия;

$X_2$  – уровень средних удельных переменных затрат товара по отношению к другим товарам производимым на предприятии;

$X_2 = \{\text{очень высокие, высокие, выше средних, средние, ниже средних, низкие, очень низкие}\}$ ;

$a_3$  – удельная рентабельность по маржинальному доходу;

$X_3$  – уровень рентабельности;

$X_3 = \{\text{сверхрентабельная, высокорентабельная, средняя, низкая, очень низкая, убыточная, очень убыточная}\}$ .

Таким образом, ориентировочная оценка цены товара в будущем, а также средних переменных затрат, позволит получать прогнозные оценки рентабельности в нечеткой интерпретации. Однако, зачастую, в практике маркетинга необходимо прогнозировать к какому классу товаров по уровню рыночных цен будет соответствовать определенный вид продукции собственного производства на различных стадиях своего жизненного цикла.

Для этого предлагается построить еще одно нечеткое знание, формулировка которого будет выглядеть следующим образом.

Если  $a_4$  есть  $X_4$ , то  $a_4$  соответствует скорее всего  $a_4 = X_4$  (2).

Например, если цена конкурентов в данном сегменте высокая, то она соответствует, скорее всего уровню средних цен на предприятии:

$a_4$  – цены конкурентов;

$X_4$  – уровень конкурентных цен;

$X_4 = \{\text{очень высокая, высокая, выше средней, средняя, ниже средней, низкая, очень низкая}\}$ .

Итак, с помощью построения двух нечетких правил становится возможным на основе приблизительной оценки, в каком классе товаров по уровню цен можно будет продавать товар в будущем, а также приблизительно, оценив уровень переменных затрат, выявить ориентировочный уровень будущей рентабельности товара, например «высокая».

Таким образом, имея два нечетких знания, можно предположить в каком кластере рентабельности окажется товар. Сравнение же собственных товаров или бизнес-процессов внутри кластера можно производить по качественным критериям.

Отметим, что построение шкал для классов объектов  $X$  производится по алгоритму, который использовался при построении шкал риска, рентабельности.

Предлагаем следующий алгоритм и метод формирования нечеткого знания (2).

Цель: нахождение функции соответствия аргументов  $a_3$  и  $a_4$ , а также их уровней  $X_3$  и  $X_4$ .

1 На основе данных экспертного опроса, строятся функции принадлежности для кластеров внутрифирменных и конкурентных цен. Данные анализируются для каждого данного периода  $t$  в прошлом. Записывать функцию принадлежности можно табличным способом. Например, выражение «высокий уровень конкурентных цен соответствует внутрифирменным ценам: на 0,65 средним ценам и на 0,35 ценам ниже средних», будет выглядеть следующим образом.

### 5.1 Функция принадлежности для рыночных цен

Уровень фактора	Уровень внутрифирменных цен						
	Очень высокая	Высокая	Выше средней	Средняя	Ниже средней	Низкая	Очень низкая
Высокий уровень рыночных цен	0	0	0	0,65	0,35	0	0

Затем эти функции накладываются друг на друга путем умножения (см. прил. 2, рис. П2.2) с целью определения того, насколько аргумент  $a_4$  принадлежит одновременно и  $X_2$ , и  $X_3$ . Строится обобщенная функция принадлежности.

2 Определяется на сколько аргумент  $a_4$  принадлежит каждому из уровней объекта  $X_3$ .

3 Данные заносятся в таблицу.

Функция принадлежности, например, для термина «высокая конкурентная цена» будет выглядеть следующим образом

$$M_6(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq \alpha_1 \\ \frac{x - \alpha_1}{kr}, & \text{если } \alpha_1 < x \leq \alpha_2 \\ 1, & \text{если } \alpha_2 < x \leq \alpha_3 \\ \frac{-(x - \alpha_4)}{kr}, & \text{если } \alpha_3 < x \leq \alpha_4 \\ 0, & \text{если } x > \alpha_4 \end{cases}, \quad (5.3)$$

где  $kr$  – выбранная кратность шкалы (если цены измеряются в тыс. р., то  $kr = 1000$ );  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – абсцисса трапециевидного нечеткого числа.

Определяем область пересечения диапазонов, как

$$\max(\{\alpha_1, \beta_1\}, \{\alpha_4, \beta_4\}).$$

В нашем случае мы ограничиваемся интервалом  $\{\beta_1, \alpha_4\}$

На данном интервале строим общую функцию принадлежности, путем перемножения функций принадлежности на каждом из диапазонов  $\{\beta_1, \alpha_2\}, \{\alpha_2, \alpha_3\}, \{\alpha_3, \beta_2\}, \{\beta_2, \beta_3\}, \{\beta_3, \alpha_4\}$  (см. прил. 2, рис. П2.3).

На данном интервале строим общую функцию принадлежности, путем перемножения функций принадлежности на каждом из диапазонов  $\{\beta_1, \alpha_2\}, \{\alpha_2, \alpha_3\}, \{\alpha_3, \beta_2\}, \{\beta_2, \beta_3\}, \{\beta_3, \alpha_4\}$ .

Тогда для термина «высокая конкурентная цена соответствует средней внутрифирменной цене» функция принадлежности будет иметь вид параболы (см. прил. 2, рис. П2.4)

Таким же образом строим функцию принадлежности для высоких цен конкурентов и низких внутри фирмы (рис. 5.1).

Однако такое отображение не позволяет сделать каких-либо выводов. Поэтому, изначально для конкурентных цен определяется соответствующий уровень значимости. Например, скорее высокая цена (0,6). Тогда получаем ограничение интервалов и можем определить наиболее вероятное соответствие.

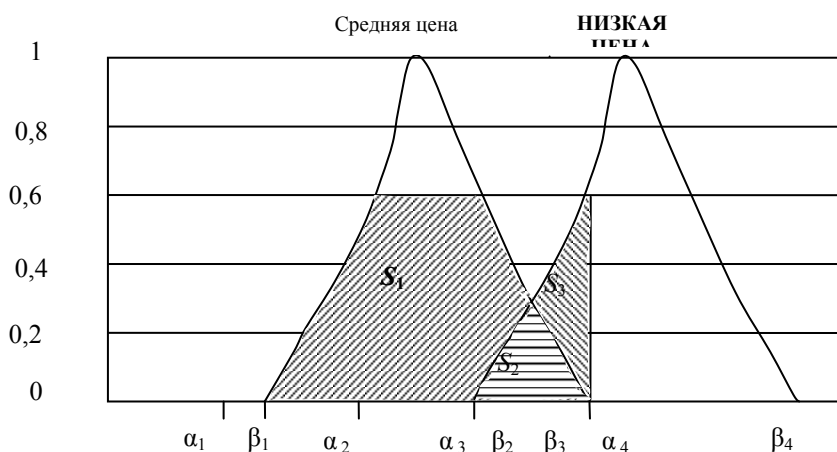
С помощью метода Монте-Карло определяются площади фигур ограниченных функциями принадлежности и заданными интервалами и вычисляется соотношение данных величин.

Согласно рисунку, площадь  $S_1 + S_2$  соответствует средней цене, а  $S_2 + S_3$  – низкой. Тогда уровень соответствия высоких конкурентных цен средним внутренним ценам будет вычисляться по формуле

$$\mu(B - CP)_k = \frac{S_1 + S_2}{S_1 + 2S_2 + S_3}. \quad (5.4)$$

Соответствие высоких конкурентных цен уровню «ниже средних» внутренних цен:

$$\mu(B - HC)_k = \frac{S_2 + S_3}{S_1 + 2S_2 + S_3}. \quad (5.5)$$



**Рис. 5.1** Пример функции принадлежности – соответствие высокой цены конкурентов средним и низким внутрифирменным ценам

Далее составляется таблица нечетких правил. В каждую ячейку данной таблицы, на основе проведенного анализа, заносится определенный уровень рентабельности  $X_4$ .

2 Построим нечеткое знание (1).

Прогнозирование уровня рентабельности с помощью предложенного подхода предлагается проводить в 2 этапа: 1) построение нечетких правил (1) в каждом рассматриваемом периоде прошлых лет; 2) выявление с помощью статистического анализа закономерностей и построение общей таблицы правил.

1 Этап. Определим уровень переменных затрат по каждой товарной группе в каждом данном прошлом периоде времени. Построение классификатора для прошлых периодов может производиться как экспертным путем, так и автоматически, с равномерным разбиением шкалы.

Зададим шкалу для переменных затрат для каждого данного периода  $t$ .

Каждый уровень фактора  $VV_i^u$  представляет собой трапециевидное число.

$i$  – номер периода времени;

$u$  – порядковый номер уровня фактора – элемента вектора  $\bar{U}$ ;

$\bar{U} = \{\text{Очень низкие (ОН); Низкие (Н); Ниже средних (НС); Средние (С); Выше средних (ВС); Высокие (В); Очень высокие (ОВ)}\}$ .

Для заданного уровня значимости, например 0,6, определяем уровень средних переменных затрат по каждой товарной группе. Далее, на основе полученных данных, а также с заданной значимостью функции принадлежности рассчитываем рентабельность по маргинальному доходу по каждой товарной группе.

Получаем некоторый интервал.

На основе имеющейся шкалы рентабельности определяем уровень показателя рентабельности товарной группы. (Строим функцию принадлежности).

Для  $i$ -ой товарной группы  $TГ_i$ , при уровне  $X_2^u$  переменных затрат  $V_i^t$ , а также уровня  $X_1^u$  средней цены за период  $P_i^t$ , определяется функция принадлежности рентабельности по маргинальному доходу, например,  $0,65 \times 1 + 0,2 \times 2 + 0,15 \times 3$  и оценивается ее уровень  $X_3^u$ .

Далее определяется прогнозируемый уровень рентабельности по товарной группе в каждом из данных периодов и выводится средний маргинальный доход.

## 5.2 ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАСЧЕТА РИСКА НА ЭТАПЕ ПОСТРОЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО АССОРТИМЕНТНОГО ПЛАНА

Разработана методика оценки и учета риска – формулы 5.6 – 5.23 при планировании товарного ассортимента, которую рассмотрим более подробно.

Исходя из концепции учета и оценки риска в точках стратегического воздействия, представим соответствующее каждой SI-точке мероприятие как процесс. Допустим на основе анализа внешней и внутренней среды, фирма для каждого товара разработала определенные мероприятия и оценила потребность в необходимых ресурсах. Тогда обобщенную задачу управления товарным ассортиментом можно представить как установление приоритетности распределения ресурсов между указанными выше мероприятиями или процессами, относящимися к какому-либо товару, в данный промежуток времени.

Ограниченность ресурсов (временных, кадровых, финансовых и т.д.), а также существование барьеров на рынке не позволяет реализовывать все возможные мероприятия. Следовательно, в условиях неопределенности выбор той или иной альтернативы сопряжен с риском. На наш взгляд, для проведения расчетов при формировании ТАП риски целесообразно разделить на три группы.

- 1) Риски упущенной выгоды.
- 2) Риск увеличения расходов.
- 3) Риск убытков.

Предлагаем рассчитывать совокупную оценку риска при формировании ТАП по следующей формуле.

Совокупная оценка риска  $i$ -ой альтернативы

$$R_i = \frac{\bar{\Pi}_i}{3_i}, \quad (5.6)$$

где  $\bar{\Pi}_i$  – математическое ожидание совокупных потерь по  $i$ -ой альтернативе по какому-либо мероприятию или совокупности мероприятий;  $3_i$  – общие затраты на реализацию какой-либо альтернативы.

В дальнейшем под «мероприятием» будем понимать некоторую операцию или совокупность операций, как совокупность действий, осуществляемых с ресурсом. Реализация операции – это преобразование ресурсов в другие виды ресурсов, с частичным или полным расходом внешнего или внутреннего ресурса [7].

Предлагаем рассчитывать ожидаемые потери по следующей формуле

$$\bar{\Pi} = \sum_{l=1}^m p_{УВ_l} УВ_l + \sum_{l=1}^m p_{ДР_l} ДР_l + \sum_{l=1}^m p_{УБ_l} УБ_l, \quad (5.7)$$

где  $l = 1 \dots m$  – количество рассматриваемых объектов или процессов;  $p_{УВ}$  – вероятность возникновения упущенной выгоды;  $p_{ДР}$  – вероятность появления дополнительных расходов;  $p_{УБ}$  – вероятность убытков;  $УВ$  – среднеожидаемое значение упущенной выгоды;  $ДР$  – среднеожидаемое значение дополнительных расходов;  $УБ$  – среднеожидаемое значение убытков.

Рассмотрим каждую составляющую ожидаемых потерь более подробно.

1 На наш взгляд, упущенная выгода возникает в следующих случаях:

1.1) В результате задержки реализации какой-либо операции, задержки введения нового товара (модернизированного или модифицированного старого товара) на рынок.

1.2) В случаях увеличения срока окупаемости.

Рассмотрим первый случай.

Возможны три варианта введения товара (нового или модификации старого) на рынок:

а) войти на рынок первыми [58]. Тогда появляется возможность привлечь основных дистрибьюторов и потребителей. Однако существует вероятность приобретения неблагоприятного имиджа вследствие допущенных ошибок;

б) параллельный выход. Повторение действий конкурентов;

в) поздний выход. Все расходы по ознакомлению рынка с новым товаром лягут на плечи конкурентов, есть время учесть недостатки конкурентов, а также оценить истинные размеры рынка.

Выбор оптимальной стратегии выхода в зависимости от категории потребителей, а также степени их восприимчивости к новому товару, целесообразно производить с использованием классических критериев: максиминный критерий Вальда, минимаксный критерий Сэвиджа.

Далее, пусть  $T_{\text{про}}$  – поздний срок реализации операции  $T_{\text{про}}$ , а также вероятность того, что срок реализации операции составит  $T_{\text{про}}$  определяется экспертным методом на основе анализа возможных угроз. Выбрав приемлемое значение  $T_{\text{про}}$  можно определить вероятность того, что срок реализации операции превысит приемлемый уровень.

Допустим,  $T_{\text{про}}$  соответствует периоду  $T_i$ , тогда предлагаем рассчитывать упущенную выгоду следующим образом:

$$\bar{УВ} = \sum_{l=i+1}^{l=n} p_l УВ_l, \quad (5.8)$$

где  $l = 1 \dots n$  – количество периодов.

Данную методику можно применять также и для расчета упущенной выгоды, связанной с задержкой реализации других операций (конструкторские разработки, маркетинговые исследования и т.п.).

Предполагаемую величину  $УВ$  в каждом из периодов предлагаем определять с помощью теории игр.

Рассмотрим второй случай, когда увеличивается срок окупаемости (см. п. 1.2).

Пусть  $T_{\text{ок}}^{\min}, T_{\text{ок}}^{\max}$  – минимальный и максимальные сроки окупаемости;  $3^1$  – капитал, который возвратится инвестору через  $T_{\text{ок}}^{\min}$ ;  $3^2$  – капитал, который возвратится инвестору через время, равное  $T_{\text{ок}}^{\min}$ , в случае если срок окупаемости составит  $T_{\text{ок}}^{\max}$ .

Тогда возможный ущерб составит:

$$\bar{УВ} = (3^1 - 3^2) \left( 1 + \frac{R}{100} \right)^{T_{\text{ок}}^{\max} - T_{\text{ок}}^{\min}}, \quad (5.9)$$

где УВ – это те средства, которые могут быть иммобилизованы, в случае если срок окупаемости проекта будет максимальным, и которые могли бы принести доход в соответствии со средней по предприятию рентабельностью  $R$ , за время равное  $T_{ок}^{max} - T_{ок}^{min}$ .

С учетом риска данная формула будет выглядеть следующим образом:

$$\overline{УВ} = (3^1 - 3^2) \left(1 + \frac{R}{100}\right)^{T_{ок}^{max} - T_{ок}^{min}} p_{max}, \quad (5.10)$$

где  $p_{max}$  – вероятность того что срок окупаемости будет равен  $T_{ок}^{max}$ .

2 Убытки возникают в следующих случаях:

2.1) отказ от проекта на каком-либо из этапов;

2.2) отсутствие «старого» товара на рынке (отсутствует один из источников поступления денежных средств);

2.3) отсутствие спроса на уже произведенную продукцию;

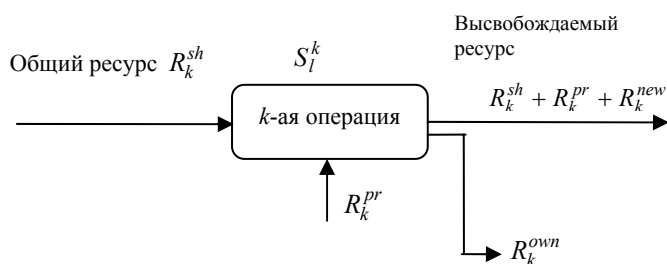
2.4) отказ от проекта на определенном этапе.

Реализация решения по товару при формировании ассортиментной политики зачастую содержит не одну, а несколько операций, увязанных друг с другом во времени.

Итак, пусть у нас имеется  $l$  альтернатив, для каждой из которых некоторая последовательность этапов (операций). Имеется

$$S_l = (S_l^1; S_l^2; \dots; S_l^n),$$

где  $k = 1 \dots n$  – количество операций.



**Рис. 5.2** Схема преобразования ресурсов

Рассмотрим схему преобразования ресурсов более подробно (рис. 5.2).

– Для реализации любой операции требуется ресурс (внешний и/или внутренний) [102, 103]. При этом ресурс может использоваться одновременно несколькими операциями –  $R^{sh}$  (например, это – информационный источник или рабочая группа, исполняющая параллельно несколько операций) или целиком «передаваться» одной операции –  $R^{pr}$ .

– Реализация операции – это преобразование ресурсов в другие виды ресурсов. Такое преобразование всегда связано с частичным или полным расходом внешнего и/или внутреннего ресурса. Часть привлеченного извне ресурса может высвободиться по завершении операции и передаваться другим операциям (естественно за минусом расхода и с измененными свойствами из-за износа, старения или т.д.) в виде ресурса:  $R = R^{sh} + R^{pr}$ .

– Результатом операции является ресурс, образующийся при исполнении операции как результат преобразования ресурсов и используемый в других операциях:  $^{out}R = R + R^{new}$ , где  $R^{new}$  – новый ресурс, потребляемый другими операциями и включающий «плату» за использование внешних ресурсов.

– Собственный ресурс операции  $^{own}R$  образуется в процессе преобразования внешнего и внутреннего ресурса.

Тогда, на наш взгляд, потери (безвозвратные затраты) при отказе от проекта на каком-либо этапе составят:

$$БЗ = \sum_{k=1}^{k=n} R_k^{own} + (R_k^{sh} + R_k^{pr} + R_k^{new})K, \quad (5.11)$$

где БЗ – безвозвратные затраты [57];  $n$  – номер операции, на которой происходит отказ от проекта;  $K$  – коэффициент, введенный нами, для отражения той части ресурсов, которая не может быть использована другими альтернативами.

В ходе реализации операции в результате преобразования ресурсов как правило возникают безвозвратные затраты, т.е. эта та часть преобразованного ресурса, которая не может быть использована другими операциями, поэтому при отказе от данной альтернативы на каком-либо этапе проекта возможные убытки могут составить:

$$\text{УБ} = \text{Затраты на операцию} - \text{Возвратные затраты} = \text{Безвозвратные затраты.} \quad (5.12)$$

Согласно формулы, увеличивая возвратные затраты, предприятие снижает величину возможного ущерба. Один из путей увеличения возвратных затрат – это унификация процессов либо операций, придание созданным в результате выполнения операции ресурсам мультиресурсного эффекта, снижения затрат для перехода на другую альтернативную операцию.

Поэтому наиболее полно формула, мы полагаем, будет выглядеть следующим образом:

$$\text{УБ} = \text{БЗ} - \Delta\text{ВВ} + \Delta\text{З}_{\text{ун}}, \quad (5.13)$$

где  $\Delta\text{ВВ}$  – прирост возвратных затрат в результате унификации процессов;  $\Delta\text{З}_{\text{ун}}$  – затраты на унификацию.

Отобрав сходные и наиболее затратно-емкие операции, можно значительно снизить возможные убытки за счет повышения гибкости процессов, что подразумевает возможность перехода на другую альтернативу с минимальными затратами времени и ресурсов.

Далее, вероятность отказа от проекта предлагаем рассчитывать в следующем порядке.

Пусть  $R_{\text{доп}}$  – допустимый для ЛПП риск. Если риск достигает величины  $R_{\text{доп}}$ , ЛПП отказывается от проекта с  $p = 1$ . Пусть

$$R_{\text{ож}}^i = \frac{\text{ДР} p_{\text{др}} + \sum_{i=1}^{i-1} \text{УБ}_i}{\sum_{i=1}^n \text{З}_i}, \quad (5.14)$$

где  $R_{\text{ож}}^i$  – ожидаемый риск на  $i$ -ой операции; ДР – дополнительные расходы;  $p_{\text{др}}$  – вероятность возникновения дополнительных расходов.

Тогда если,

$$R_{\text{ож}}^i > R_{\text{доп}}, \text{ то } p_{\text{отк}} = 1, \quad (5.15)$$

т.е. если ожидаемый риск больше допустимого, то вероятность отказа от проекта равен единице.

Уровень допустимого риска определяется на основании задании функции предпочтения ЛПП

$$R_{\text{ож}}^i < R_{\text{доп}}, \text{ то } p_{\text{отк}} = 1 - \frac{R_{\text{ож}}^i}{R_{\text{доп}}}. \quad (5.16)$$

Для расчета ожидаемой величины убытков построим дерево вероятностей.

Пусть  $p_{\text{отк}}^i$  – вероятность отказа от проекта на  $i$ -ом этапе. Тогда вероятность перехода на очередную операцию составит  $1 - p_{\text{отк}}^i$ .

Таким образом, величину ожидаемых убытков предлагаем рассчитывать по следующей формуле

$$\overline{\text{УБ}} = \sum_{i=1}^n \text{УБ}^i p^{i-1} p_{\text{отк}}^i. \quad (5.17)$$

Схема расчета риска представлена в Прил. 3, табл. ПЗ.2.

2.2) Второе условие возникновения убытков – отсутствие «старого» товара на рынке в течение определенного промежутка времени.

Последствие – потеря потенциального дохода. Потенциальные убытки можно вычислить следующим образом:

$$\text{УБ} = \text{МД}_{\text{ср}} t, \quad (5.18)$$

где  $MД_{ср}$  – средний маржинальный доход;  $t$  – время отсутствия товара на рынке.

Вероятность возникновения такого рода убытков рассчитывается по формуле:

$$p = p_{пр} p_{сб} p_{сн}, \quad (5.19)$$

где  $p_{пр}$  – вероятность простоев оборудования;  $p_{сб}$  – вероятность сбоев в существующих каналах распределения;  $p_{сн}$  – вероятность сбоев поставок сырья, материалов и т.д.

Отсутствие спроса на произведенную продукцию

$$УБ = (C_r + 3_{хр}) \frac{\Delta t}{t_{об}} R_{ср}, \quad (5.20)$$

где  $C_r$  – средняя себестоимость остатков готовой продукции (ГП);  $3_{хр}$  – средние затраты на хранение;  $\Delta t$  – увеличение срока реализации;  $t_{об}$  – длительность первого оборота оборотных средств;  $R$  – среднегодовая рентабельность денежных средств.

Вероятность наступления такого рода событий возможно при наличии на предприятии достаточной статистической базы, представленной в таблице.

### 5.2 Анализ остатков ГП, а также вероятности увеличения срока реализации

$C_r$	$C_r^1$	$C_r^2$	...	$C_r^n$
$\Delta t$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	...	$\Delta t_n$
<b>P</b>	$p_1$	$p_2$	...	$p_n$

Формулу (5.20) целесообразно использовать при краткосрочном планировании, а при долгосрочном ею следует пренебречь.

#### 3 Дополнительные расходы.

Появляются в случае возникновения ошибок в проектной документации, а также при реализации какого-либо мероприятия. Предлагаем учитывать следующие факторы, которые могут повлиять на ошибку:

а) соответствие кадров необходимым требованиям к составу персонала;

б) частота совершения ошибок персоналом (по отзывам, собственным наблюдениям);

в) наличие необходимого оборудования, др. средств, их исправность для реализации решения;

г) условия труда, которые могут провоцировать ошибки персонала;

д) напряженность работ, т.е. отношение времени, отведенного на реализацию проекта и требуемого времени, с учетом загрузки персонала и оборудования.

Тогда вероятность возникновения ошибки

$$p_{ош} = 1 - \frac{CO}{100n}, \quad (5.21)$$

где  $n$  – количество факторов (в нашем случае их пять)

$$CO = \sum_{i=1}^n O_i \alpha_i, \quad (5.22)$$

где  $O_i$  – оценка состояния по  $i$ -му фактору ( $O_i = [1, 100]$  баллов);  $\alpha_i$  – влияние  $i$ -го фактора на ошибку ( $\alpha_i = [0, 1]$ ).

Нас интересует вероятность ошибки, которая может быть допущена не в течение операции, а по ее завершению, т.е. когда будут потрачены ресурсы. Далее выбираются наиболее значимые ошибки, и оценивается соответствующая величина ожидаемых дополнительных расходов.

Пусть  $ДР_i$  – ожидаемые дополнительные расходы по  $i$ -ой ошибке;  $p_{ош}^i$  – вероятность совершения  $i$ -ой ошибки.

Тогда расчет совокупной величины ожидаемых дополнительных расходов будет выглядеть следующим образом:

$$\overline{ДР}_1 = p_{ош}^1 ДР_1. \quad (5.23)$$

Следует отметить, что при долгосрочном и среднесрочном планировании зачастую бывает сложно получить точечные субъективные вероятности реализации того или иного события. В таком случае мы предлага-



гаем перейти от вероятностной модели к нечеткой, представив вероятности, а также ожидаемые убытки, упущенные возможности и дополнительные расходы в виде нечетких чисел.

Отличие данного подхода определения уровня риска заключается в том, что расчет риска по какому-либо товару зависит от портфеля бизнес-процессов, которые включены в план.

### 5.3 ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЯ ГИБКОСТИ И ЕГО УЧЕТА НА ЭТАПЕ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Расчет риска, по предлагаемой нами методике, привел к необходимости не только учета и оценки ожидаемых потерь, в частности возможных безвозвратных затрат, но и разработки методов их снижения. Одним из существенных факторов снижения убытков и упущенных возможностей, на наш взгляд, является повышение гибкости планирования и гибкости организации в целом. Согласно концепции гибкости, предлагаем следующую формулу расчета коэффициента гибкости для некоторой совокупности бизнес-процессов

$$G = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{\sum_{k=1}^n \tau_k}{(m-1) \sum_{i=1}^m T_i}\right) \left(1 - \frac{Z_{\text{доп}}}{\sum_{l=1}^m Z^l}\right), \quad (5.24)$$

где  $k = 1 \dots n$  – число различных функциональных состояний, которое может принимать некоторая совокупность бизнес-процессов;  $l = 1 \dots m$  – количество рассматриваемых объектов или процессов;  $\tau_i$  – время перехода из одного функционального состояния в другое;  $T_i$  – длительность реализации бизнес-процесса;  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительные затраты на переход из одного функционального состояния в другое;  $Z^l$  – суммарные издержки на реализацию  $l$ -го бизнес-процесса,  $G = [0, 1]$ .

Из формулы следует: чем больше функциональных состояний может принимать система и чем меньше времени и средств требуется на переход, тем выше гибкость, тем ближе коэффициент к единице.

Дополнительные затраты,  $Z_{\text{доп}}$  – это те затраты, которые требуются для перехода из одного бизнес-процесса в другой, при условии, что ресурсы на второй бизнес-процесс еще не были потрачены.

Итак, уменьшая величину  $Z_{\text{доп}}$ , становится возможным увеличить гибкость предприятия. Предлагается вычислять  $Z_{\text{доп}}$  следующим образом

$$Z_{\text{доп}} = \sum_{l=1}^m Z^l - \max Z^l - \text{ПЭ}, \quad (5.25)$$

где  $l = 1 \dots m$  – количество рассматриваемых объектов или процессов.

$$\text{ПЭ} = \sum_{j=1}^d Z_j + \sum_{i=1}^m Z_{\text{своб } i} - \sum_{i=1}^m Z_{\text{ун } i}, \quad (5.26)$$

где ПЭ – полезный эффект от объединения в план нескольких бизнес-процессов;  $d$  – количество сходных процессов или функций, имеющих общие затраты  $Z_j$ ;  $Z_j$  – общие издержки для совокупности бизнес-процессов;  $Z_{\text{своб } i}$  – свободная часть ресурсов, потраченная на реализацию данного бизнес-процесса,

образуется в результате уменьшения коэффициента использования ресурса;  $Z_{\text{ун } i}$  – затраты на

унификацию, включающие в себя как затраты на НИОКР, так и непосредственно затраты на повышение гибкости.

Исходя из формулы (5.26)

$$Z_i = (R_k^{sh} + R_n^{pr} + R_n^{new})(1 - K), \quad (5.27)$$

затраты на унификацию позволяют уменьшить коэффициент  $K$ , или увеличить сумму  $R_k^{sh} + R_n^{pr} + R_n^{new}$ .

Учитывая тот факт, что потребляемые ресурсы имеют свою единицу комплектации, то фактически необходимые для реализации данной совокупности бизнес-процессов затраты  $Z_{\text{доп}} + \max Z^l$  необходимо округлять до целого числа единиц потребного ресурса.

Как мы видим, для снижения дополнительных затрат на переход  $Z_{\text{доп}}$ , необходимо увеличивать величину ПЭ, а, следовательно, общих затрат, что может быть достигнуто путем полной или частичной унификации и стандартизации имеющихся бизнес-процессов. Учитывая показатель ПЭ при формировании товар-

но-ассортиментной политики, предприятие может заранее подготовиться к возможным изменениям в окружающей среде.

Объектом стандартизации и унификации может служить следующее.

- 1) Каналы снабжения и распределения.
- 2) Основные производственные фонды.
- 3) Планируемые к выпуску товары.
- 4) Бизнес-процессы.
- 5) Средства обеспечения и обслуживания.

Наиболее эффективными направлениями повышения гибкости могут быть объекты или процессы или их составные части, которые имеют следующие характеристики:

- а) взаимная функциональная совместимость, сходство технологии, однотипные операции, однородные свойства;
- б) высокая затратоемкость;
- в) имеющие наибольший потенциал снижения затрат, с одной стороны, и наибольшую привлекательность с позиции доходности, с другой.

Поскольку повышение гибкости планирования и непосредственно производства и реализации продукции является мерой снижения риска, то целесообразно установить соразмерность ожидаемых потерь и затрат на увеличение гибкости предприятия. Учитывая показатель ПЭ при формировании товарно-ассортиментной политики, предприятие может заранее подготовиться к возможным изменениям в окружающей среде. Условием возникновения полезного эффекта является снижение коэффициента загрузки используемого ресурса. Полезный эффект имеет место тогда, когда существует альтернативная возможность использования высвободившихся ресурсов.

Очевидно, что в зависимости от склонности ЛППР к риску данное соотношение будет различным. Разработанная автором модель позволяет учитывать склонность ЛППР к риску, затраты на повышение гибкости, а также рентабельность по товару.

Следует различать потенциальную гибкость и фактическую гибкость.

В первом случае, предприятие может не осуществлять затраты на унификацию, т.е. создается буфер резервных бизнес-процессов (с возможным частичным запуском), которые в случае неудачи головного бизнес-процесса могли бы его заменить полностью или частично. Таким образом, необходима процедура, определяющая какие бизнес-процессы отводить в резерв, а какие пускать в реализацию. Из резерва бизнес-процесс извлекается в случае снижения коэффициента загрузки ресурсов. Благодаря проведенной унификации и частичному запуску, переход на альтернативный бизнес-процесс будет проходить с меньшими затратами времени и средств.

Потенциал снижения безвозвратных затрат подразумевает, что необязательно сразу производить затраты даже на унификацию, т.е. в условиях высокой нестабильности нужно сделать акцент в сторону бизнес-процессов, имеющих наибольший потенциал снижения затрат.

Фактическая гибкость будет отражать способность перехода в иное функциональное состояние без дополнительных затрат на унификацию.

В разработанной нами модели, в процессе оптимизации ассортимента строится итерационный ряд планов, с фиксированием по каждой итерации затрат на унификацию, что позволяет учесть как фактическую, так и потенциальную гибкость.

Гибкость в нашем понимании применительно к товарно-ассортиментной политике – это динамическая характеристика, которая зависит от степени использования ресурсов. В зависимости от включения того или иного бизнес-процесса в оптимальное управления коэффициент гибкости будет отличаться. Кроме того, реализация каждого бизнес-процесса связана с риском, поэтому необходимо рассматривать наиболее вероятные сценарии использования ресурсов. Покажем это на примерах.

**Пример 1** Рассматриваются два бизнес-процесса, при реализации которых задействован некоторый условный станок. Для реализации

первого бизнес-процесса необходим станок, исходя из требований характеристик требуемого станка, с остаточной стоимостью 7000 р., для второго 5000 р.

Рассчитаем ПЭ в следующих ситуациях.

### Результаты расчета ПЭ для примера 1

Показатель	Возможные ситуации			
	80/80	80/50	20/80	20/50
ПЭ	2400	3900	6600	8100

Возможная ситуация, например, 80/50 означает, что первый бизнес-процесс потребует использование 80 % ресурсов данного станка стоимостью 7000 р., а второй на 50 % станка стоимостью, соответственно 5000 р.

$$\max Z^l = 7000; \sum Z^l = 5000 + 7000 = 12000; \sum Z_i = 0; \sum Z_{\text{ун}} = 0; \\ \sum Z_{\text{своб}} = 7000 \cdot 0,2 + 5000 \cdot 0,5 = 3900.$$

Тогда

$$\text{ПЭ} = 0 + 3900 - 0 = 3900; Z_{\text{доп}} = 12000 - 7000 - 3900 = 1100;$$

$$Z_{\text{доп}} + \max Z^l = 7000 + 1100 = 8100.$$

Поскольку время, затрачиваемое станком на реализацию первого бизнес-процесса, не может быть одновременно потрачено на реализацию второго бизнес-процесса, то 80 % времени, расходуемые в течение некоторого промежутка времени на реализацию первого бизнес-процесса являются безвозвратными затратами. В денежном выражении это  $0,8 \cdot 7000 = 5600$  (упрощенно считаем, что некоторый продукт, созданный на этом станке, не может быть использован другими операциями). Тогда свободным остается  $1400 = 7000 - 5600$ . Однако потребности второго бизнес-процесса в данной ситуации  $5000 \cdot 0,5 = 2500$ . Необходимые дополнительные затраты составят  $2500 - 1400 = 1100$ , т.е. – это те затраты, которые необходимы в данном случае для реализации второго бизнес-процесса,  $Z_{\text{доп}} \geq 0$ .

Аналогично заполняем все другие поля таблиц.

### Результаты расчета дополнительных затрат для примера 1

Показатель	Возможные ситуации			
	80/80	80/50	20/80	20/50
$Z_{\text{доп}}$	2600	1100	0	0

В ситуациях 20/50 и 20/80  $Z_{\text{доп}}$  по расчетам составили – 1600 р. и – 8100 р. Исходя из того что станок стоимостью в 7000 р. является узким местом, т.е. его использование для реализации первого бизнес-процесса необходимо в любом случае, то  $Z_{\text{доп}}$  для данных ситуаций равны 0, а ПЭ составит 5000 р. в обоих случаях.

На основе построенных матриц, можно находить минимаксные значения дополнительных расходов, максиминные значения полезного эффекта. Кроме того, если известны вероятности наступления тех или иных событий, можно находить математические ожидания соответствующих показателей.

Это позволит не только определить ожидаемые значения полезного эффекта, дополнительных затрат, но и наиболее подходящие варианты сочетания использования различных ресурсов.

Допустим, в нашем примере для реализации первого бизнес-процесса, достаточен станок с характеристиками как у станка стоимостью 5000 р. Для удовлетворения потребности в ресурсах в размере 8100 (ситуация 80/50) минимальная комплектация составляет 2 станка стоимостью 5000 р., т.е. 10 000 р. Таким образом,

$$Z_{\text{доп}} = 10\,000 - 7000 = 3000 \text{ р.}$$

Тогда ПЭ =  $12\,000 - 10\,000 = 2000$  р., т.е. это те средства, которые предприятия сэкономило при покупке двух одинаковых станков, для производства изделий имеющих на данной операции сходную технологию обработки.

**Пример 2** Допустим, что в первом примере удалось снизить безвозвратные потери времени при реализации первого бизнес-процесса. Например, при отрезании готового изделия от заготовки, остаток в виде прутка подходящего диаметра может быть использован во втором бизнес-процессе, экономя тем самым 20 % времени, таким образом, общие затраты составят  $0,2 \cdot 5600 = 1120$  р.

Рассчитаем ПЭ. Ситуация 80/50.

$$\sum z^l = 5000 + 7000 = 12\ 000; \quad \sum z_i = 0,8 \cdot 7000 \cdot 0,2 = 5600 \cdot 0,2 = 1120,$$

$$\sum z_{\text{ун}} = 0;$$

$$\sum z_{\text{своб}} = 7000 \cdot 0,2 + 5000 \cdot 0,5 = 3900; \quad \text{ПЭ} = 1120 + 3900 - 0 = 5020,$$

$$z_{\text{доп}} = 12000 - 7000 - 5020 = -20, \text{ так как } z_{\text{доп}} \geq 0, z_{\text{доп}} = 0.$$

### Результаты расчета ПЭ для примера 2

Показатель	Возможные ситуации			
	80/80	80/50	20/80	20/50
ПЭ	3520	5020	7720	9220

### Результаты расчета дополнительных затрат для примера 2

Показатель	Возможные ситуации			
	80/80	80/50	20/80	20/50
$z_{\text{доп}}$	1480	0	0	0

В зависимости от требуемых характеристик ресурсов, их потребное количество в зависимости от величины дополнительных затрат округляется до минимально возможной величины.

**Пример 3** Планируется проведение маркетингового исследования.

1 вариант – выборка 1000 человек, затраты 100 тыс. р.

2 вариант – выборка 1200 человек, затраты 110 тыс. р.

В данном случае, исследуются продукты, сходные по своим характеристикам, характер исследования – одинаковый.

Ресурсы, созданные в результате работы некоторой группы специалистов по маркетингу первого варианта, например, анкета, расчеты, налаженные связи могут на 80 % использоваться вторым бизнес-процессом. Иными словами, коэффициент дублирования функций в данном случае составляет 0,8.

Поскольку предприятие заранее уверенно, что оба бизнес-процесса будут реализованы со 100 % вероятностью, так как маркетинговые исследования сами по себе призваны раскрыть неопределенность, то рассчитаем возможный полезный эффект.

$$\sum z^l = 100 + 110 = 210;$$

$$\sum z_i = 0,8 \cdot 100 = 80; \quad \sum z_{\text{ун}} = 0;$$

$$\sum z_{\text{своб}} = 0,$$

так как все затраты ресурсов расходуются полностью

$$\text{ПЭ} = 80 + 0 - 0 = 80;$$

$$z_{\text{доп}} = 210 - 110 - 80 = 20.$$

Таким образом, при включении в план данных двух бизнес-процессов, мы можем наблюдать возникновение полезного эффекта, а также повышение гибкости планирования, т.е. если результаты маркетингового исследования по одному из бизнес-процессов оказались безуспешными, то 100 р. превратились бы для предприятия в безвозвратные затраты, тогда как часть из них, в размере 80 тыс. р., в течение определенного промежутка времени может быть направлена на другое маркетинговое исследование.

На основе данных примеров видно, что создаваемый в результате реализации бизнес-процесса общий ресурс может быть использован другими операциями различных бизнес-процессов в течение определенного промежутка времени.

Например, во втором примере экономия на общих затратах в размере 1120 р., может быть получена только при условии реализации первого бизнес-процесса. В третьем примере затраты на маркетинговые ис-

следования, например, разработка может иметь неограниченный срок возможного использования, тогда как экономия на транспортных расходах интервьюеров имеет место в течение того промежутка времени, пока происходит опрос в соответствии с первым бизнес-процессом.

Таким образом, существование  $Z_i$ ,  $Z_{\text{своб}}$  ограничено временными рамками, а следовательно, ПЭ и  $Z_{\text{доп}}$  для одних и тех же бизнес-процессов с одинаковыми затратами на унификацию будут различными.

#### 5.4 МЕТОДИКА И МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТА

В условиях рыночной экономики руководители предприятий все более осознают необходимость ориентации производственной деятельности на потребителя, в связи с чем, возникает проблема согласования интересов потребителей и предприятий – производителей продукции через механизмы оптимизации. С одной стороны, при принятии решения о том, что производить и в каком количестве, руководство предприятия ориентируется на результаты проведенного исследования рынка: рыночный спрос, влияние конкурентов, поведение потребителей и т.д.; с другой стороны, возможности предприятия по выпуску продукции ограничены действующими производственными мощностями, сырьевыми и трудовыми ресурсами, финансовыми возможностями предприятия. В связи с этим необходим поиск решения, которое бы позволило согласовать интересы потребителей (как можно полнее удовлетворить их потребности), возможности и цели предприятия на рынке сбыта.

Допустим, на основе анализа внешней и внутренней среды фирма для каждого товара разработала определенные мероприятия и оценила потребность в необходимых ресурсах. Тогда обобщенную задачу управления товарным ассортиментом можно представить как установление приоритетности распределения ресурсов между указанными выше мероприятиями или процессами, относящимися к какому-либо товару, в данный промежуток времени.

Модель – это представление объекта, системы или понятия в некоторой форме, отличной от реального существования. Модель – средство, помогающее в объяснении, понимании или совершенствовании системы [115].

По определению В.Н. Сагатовского, система – «множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала».

Объектом анализа в нашей модели является альтернатива – последовательность действий, направленных на решение некоторой проблемы.

Исходы (возможные события) возникают в случае, когда альтернатива реализуется в определенном состоянии среды. Это некая количественная оценка, показывающая последствия определенной альтернативы при определенном состоянии среды (например, величина прибыли, величина урожая и т.д.).

В процессе исследования и изучения математических методов [8, 48, 63, 64, 72, 73, 74, 78, 96, 114, 124, 127], а также современных подходов к ресурсному планированию MRP, ERP, CSRP [11, 23, 33, 55], нами были осуществлены попытки разработки нескольких вариантов модели оптимизации ассортимента, а также целевой функции: 1) на основе теории систем массового обслуживания; 2) на основе ранжирования альтернатив по критериям важности, коэффициенту запаса времени и риска; 3) на основе динамической оптимизации суммарного коэффициента важности, рассчитываемого с использованием матрицы «рентабельность – риск». Были разработаны соответствующие алгоритмы и целевые функции оптимизации. В результате оказалось, что данные модели обладают рядом недостатков и не могут учесть ряда факторов, указанных в § 4.2, и, следовательно, решить поставленных в исследовании цели и задач.

Учитывая выявленные недостатки, нами была предложена окончательная модель оптимизации.

Постановка цели оптимизации. Предложить к планированию такие бизнес-процессы, которые, соответствуя склонности ЛПР к риску, максимизировали бы ожидаемый доход (рентабельность по маржинальному доходу  $R_{\text{мд}}$ ).

Соответственно, в качестве одного из ограничений следует принять склонность ЛПРа к риску, а также готовность нести дополнительные расходы, связанные со снижением риска, и, следовательно, снижением доходности.

Достижение цели оптимизации нами предлагается осуществлять путем разработки методики отбора бизнес-процессов для основного и резервного планов.

Назначение резервного плана – минимизация ожидаемых потерь по основному плану. Резервный план призван обеспечить некоторое альтернативное решение при возможном полном или частичном отказе от основной альтернативы как до начала реализации бизнес-процесса, так и в процессе его реализации. Для достижения поставленной цели оптимизации предлагается обеспечить максимизацию интегрального показателя ожидаемой рентабельности по маргинальному доходу ( $R_{\text{мд}l}^t$ )

$$\sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^m R_{\text{мд}l}^t \rightarrow \max ,$$

где  $T$  – количество плановых периодов времени.

Соответственно, в качестве одного из ограничений следует принять склонность ЛПРа к риску, а также готовность нести дополнительные расходы, связанные со снижением риска.

Нами разработан следующий алгоритм оптимизации.

**I этап.** Подготовка исходных данных для дальнейших расчетов.

На данном этапе по каждому товару планируется несколько возможных вариантов, реализация которых связана с некоторой совокупностью бизнес-процессов.

1 Все товары объединяются в товарные группы.

Ассортиментная группа – множество схожих по своим функциям видов товаров, предлагаемых производителем на одном и том же сегменте рынка.

Пересечение строк и столбцов матрицы, т.е. вида продукта и сегмента покупателей дает искомое определение группы продукта. Для каждой товарной группы определяется потенциал повышения цены или п. 3.

### Пример матрицы для определения «групп продукта»

	Сегмент 1	Сегмент 2	Сегмент 3	Сегмент ...	Сегмент $M$
Вид 1		<b>ГРУППА 1</b>	<b>ГРУППА 2</b>		<b>ГРУППА 3</b>
Вид 2	<b>ГРУППА 4</b>			<b>ГРУППА 5</b>	
Вид 3			<b>Группа 6</b>		
Вид ...	<b>Группа 7</b>	<b>Группа 8</b>			
<b>ВИД N</b>			<b>Группа 9</b>		<b>Группа 10</b>

2 Для каждой товарной группы  $j$  строится ряд возможных значений вероятности покупки

$$p_j = p_j^1 \dots p_j^n ,$$

где  $i = 1 \dots n$  – количество вариантов по данной товарной группе.

3 Имея набор значений вероятностей покупки  $p_j^i = p^i$ , которые нужно достичь по каждой товарной группе, предлагаем определять соответствующее этой вероятности значение критерия потребительской удовлетворенности  $U_j$  (Методику расчета  $U_j$  см. [2]), которое необходимо достичь<sup>1</sup>:

$$U_j^i = p^i \sum_{a=1}^n U_a , \quad (5.28)$$

где  $U_a$  – критерий потребительской удовлетворенности товаром, для данной товарной группы (по товарам конкурентов оценивается прогнозное значение этого коэффициента);  $a = 1 \dots A$  – порядковый номер конкурента.  $A = 1$  – анализируемая фирма.

4 На основе методики МКОТС [2] распишем  $U_j$  более подробно

<sup>1</sup> Зачастую, для предприятий машиностроительной отрасли получить репрезентативную выборку в целях расчета  $U_j$  не представляется возможным. Поэтому в таких случаях предлагаем заменять критерий потребительской удовлетворенности индексом конкурентоспособности (прим. автора).

$$U_j = \sum_{i=1}^m w_{ij} u_{ij} = \sum_{i=1}^m w_{ij} \frac{MARK_{ij}}{MARK_{\max j}}. \quad (5.29)$$

Следовательно, для увеличения  $U_j$  необходимо корректировать потребительские оценки отдельных компонентов товаров  $MARK_{ij}$  для достижения заданного уровня  $U_j$ . Приоритетность корректирования свойств товара или детерминант спроса товара происходит по следующему принципу [2]:

- чем больше вес компонента, тем больше необходимость корректирования компонента;
- чем больше критерий суммарной удовлетворенности, тем меньше необходимость корректирования компонента

$$NES_i = w_i/u_i, \quad (5.30)$$

где  $NES_i$  – коэффициент необходимости (или приоритетности) корректирования компонента товарной системы;  $w_i$  – вес  $i$ -го компонента товарной системы;  $u_i$  – критерий потребительской удовлетворенности компонентом товарной системы.

5 Разрабатываются соответствующие бизнес-процессы позволяющие скорректировать атрибуты товара или товарной группы, а также оказать воздействие на детерминанты спроса.

Для каждого товара строятся возможные варианты увеличения вероятности покупки.

$BP_y^x$  – головной бизнес-процесс для товарной группы  $x$ , альтернатива  $y$  увеличения вероятности покупки;

$x = 1 \dots n$  – номер товарной группы;

$y = 1 \dots h$  – номер варианта изменения вероятности покупки.

Головной бизнес – процесс включает в себя также совокупность мероприятий  $z = 1 \dots m$ , выраженных также бизнес-процессами  $bp_{x_z}^y$ .

6 Для соответствующей вероятности покупки прогнозируем ожидаемый объем реализации изделия  $k_j$  в каждом данном периоде времени.

Предлагаем считать упрощенно, что

$$k_j = p' E, \quad (5.31)$$

где  $E$  – прогнозируемая емкость рынка в данном сегменте конкурентов.

Вопросы прогнозирования спроса, а также емкости рынка отражены [16, 26, 27, 56, 95]. Отличие нашего подхода заключается в том, что мы не анализируем, экстраполируя предшествующий опыт, что произойдет с организацией в возможных будущих состояниях, а планируем необходимые мероприятия (бизнес-процессы) для достижения требуемой вероятности покупки. Происходит генерация нескольких альтернатив изменения вероятности покупки по каждому товару (с оценкой возможных затрат, прибыли, риска и т.д.), среди которых и выбираются в последствии те из них, который максимизируют целевую функцию и удовлетворяют заданным ограничениям. Экстраполяция имеет место и в нашем подходе. Однако используется данный метод в целях экспресс-оценки мероприятий, приводящих к достижению некоторых атрибутов товара, например, для анализа возможностей унификации, на основе предшествующего опыта.

Достижение требуемых параметров детерминант спроса происходит постепенно, т.е. с определенной задержкой, поэтому полноценно данная формула может применяться только с момента достижения заданных свойств товара.

Поскольку существует временной разрыв между изменением потребительских свойств товара или детерминант спроса товара в целом и восприятием информации потенциальными заказчиками о произведенных изменениях, то введем коэффициент искажения информации

$$k_u = \frac{СБО}{ОбО}, \quad (5.32)$$

где СБО – субъективная оценка потребителем свойств данного товара; ОбО – объективная оценка, полученная на основе проведенных собственных или независимых исследований.

Если  $k_u < 1$ , то предприятие терпит упущенную выгоду, вследствие того, что потраченные средства в изменение потребительских свойств товара не окупают себя должным образом.

Если  $k_u$  значительно превышает 1, следовательно, имеет место некоторая дезинформация потребителя, в которой заинтересованы фирмы, делающие ставку на получение большей прибыли в краткосрочном периоде, за счет меньшей себестоимости и большего объема реализации.

Умножая данный коэффициент на текущий, либо на прогнозируемый критерий потребительской удовлетворенности, можно более достоверно спрогнозировать вероятность покупки, а следовательно, объем реализации продукции. Таким образом, формула (5.31) будет выглядеть следующим образом

$$k_j = p'' E. \quad (5.33)$$

Исходя из этого, рассчитаем уточненную вероятность покупки

$$p'' = \frac{U_j' k_n^j}{\sum_{a=1}^a U_a k_n^a}, \quad (5.34)$$

где  $k_n^a$  – прогнозируемый коэффициент искажения информации по конкуренту;  $k_n^j$  – прогнозируемый коэффициент искажения информации по  $j$ -ой товарной группе.

В общем случае, с течением времени с момента начала рекламной кампании, данный коэффициент должен постепенно уменьшаться до некоторого предела, значение которого зависит от эффективности проведения рекламных мероприятий в целом.

В отдельных случаях, например, при производстве товаров длительного пользования, целесообразно учесть модель принятия решения потребителем о покупке. Особое внимание следует уделить также профилям кривых проникновения на рынок как фактора, замедляющего достижение заданного объема реализации. Эти аспекты в данной работе не рассматриваются.

7 Оцениваются возможные цены с учетом планируемых изменений как в прогнозируемом объеме реализации, так и в качественных характеристиках каждого товара. Если для достижения данного уровня цены необходимо проведение дополнительных мероприятий, то они добавляются в план также в виде бизнес-процессов.

Построение нечетких шкал позволяет строить суждения о возможных ценах на продукцию на уровне естественных высказываний.

Существует множество моделей ценообразования. Поскольку модель предполагает анализ отдельных свойств товара и их значимость для потребителя, поэтому автор предлагает использовать параметрическую модель ценообразования [125].

8 Прогнозирование цен на ресурсы в каждом из периодов. В качестве прогнозных моделей используются любые доступные методы. Допустим, получены прогнозируемые значения по каждому ресурсу.

Введем общее обозначение любого вида ресурса как  $RR_k$ , где  $k$  – номер ресурса. Тогда по результатам прогноза составляется сводная таблица цен на единицу какого-либо вида ресурса.

### Прогноз цен на ресурсы по периодам

Период	Ресурсы			
	$RR_1$	$RR_2$	...	$RR_k$
$t_1$	$\text{Ц}RR_1^1$	$\text{Ц}RR_1^2$	...	$\text{Ц}RR_1^k$
$t_2$	$\text{Ц}RR_2^1$	$\text{Ц}RR_2^2$	...	$\text{Ц}RR_2^k$
...	...	...	...	...
$t_n$	$\text{Ц}RR_n^1$	$\text{Ц}RR_n^2$	...	$\text{Ц}RR_n^k$

$$\text{Ц}RR_i^j = [a, b],$$

где  $a$  – нижняя граница цены;  $b$  – верхняя граница цены;  $i = 1 \dots n$ ,  $n$  – количество плановых периодов;  $j = 1 \dots k$ ,  $k$  – количество видов ресурсов, которые планируется затратить в течение всех плановых периодов времени.



Далее расписываются затраты ресурсов по бизнес-процессам, а также подпроцессам в каждом данном периоде времени и оцениваются минимальные и максимальные расходы в денежном и натуральном выражении в каждом периоде времени.

## II этап. Модель оптимизации.

Конечная цель оптимизации – это формирование гибкого плана, адекватного целям и склонности ЛПП к риску. Гибкий план предлагается представлять в виде основного и многоуровневого резервного плана, позволяющего повысить устойчивость к достижению целей организации.

### Алгоритм оптимизации

1 С помощью нечетких методов строятся шкалы для цен, затрат, риска, рентабельности.

2 Задается отношение ЛПП или экспертов к риску. Нами разработан следующий метод. Поскольку к данному этапу уже получены нечеткие оценки риска, то ЛПП имеет возможность задать желаемую структуру затрат на реализацию некоторого множества альтернатив. Итак, выбирается желаемая структура ожидаемых затрат  $str(str_1; str_2; \dots; str_j)$ , где  $j$  – количество категорий риска. Например,  $str(60; 0; 30; 0; 10)$  означает, что для данного периода времени выбрана стратегия: «60 % ожидаемых затрат должны быть направлены на реализацию наименее рискованных (НР) бизнес-процессов, 30 % затрат на реализацию бизнес-процессов со средним уровнем риска (СрР), и 10 % – наиболее рискованных бизнес-процессов (ВР)».

Возможно, указание структуры затрат приблизительно, т.е. представление  $str_j$  в виде нечеткого числа. Например, ЛПП задает структуру ожидаемых затрат в виде недоопределенного множества, т.е. сначала высказывается отношение к наиболее рискованным процессам, допустим их доля должна быть в пределах  $\{10, 15\}$ . Далее,  $str_2 = 0$ ,  $str_4 = 0$ ,  $str_3 = \{20, 40\}$ . Следовательно,  $str_1 = \{55, 70\}$

Например,  $str(\{55, 70\}; 0; \{20, 40\}; 0; \{10, 15\})$ .

*Описанный выше метод довольно нагляден и понятен для руководителей и, на наш взгляд, более точно, по сравнению с существующими подходами отражает толерантность ЛПП к риску в процессе формирования товарно-ассортиментной политики. Отношение к риску задается применительно не к каждой возможной альтернативе, что значительно затруднило бы работу ЛПП, а к общей структуре будущих затрат для данного вида бизнеса, для данной бизнес единицы.*

Следует отметить, что нами была исследована возможность задания ожидаемой структуры дохода в качестве модели, отражающей склонность эксперта к риску. В таком случае, становилось бы возможным оценивать структуру прибыли в каждом из планируемых периодах, например, «5 % ожидаемой прибыли в следующем году будет получено за счет реализации наименее рискованных бизнес-процессов,

70 % за счет среднерискованных, 25 % за счет высокорискованных».

Однако возникла проблема сравнительной оценки предпочтительности той или иной структуры прибыли в различных периодах времени. Разработка соответствующей методики значительно усложнило бы модель, поэтому данный вариант нами был отброшен из дальнейшего рассмотрения.

Существующие методы учета склонности к риску с использованием теории полезности [59, 127] не позволяют оценить значимость будущих потерь в зависимости от величины запаса финансовой прочности, т.е. достоверно нельзя отвергнуть или принять ту или иную альтернативу.

Другие подходы [21, 46, 124] предлагают четкую шкалу оценки риска, на основе которой впоследствии вырабатываются рекомендации о приемлемости или неприемлемости того или иного варианта. Такие методы, на наш взгляд, также не отражают такой черты характера ЛПП, как склонность к риску, поскольку человека, как правило, оценивает ситуацию качественно, «приблизительно».

3 Выбирается желаемая периодичность получения заданной структуры затрат.  $t_d = [t_d^{\min}, t_d^{\max}]$ . Например [1, 2] года.

Замечание. Возможно, задавать различные значения желаемой структуры в принципе для каждого отдельного периода. Чем больше  $t_d$ , тем выше возможность маневра. Однако, в таком случае на конечном этапе возможен отход от желаемой структуры планируемых затрат.

4 Изменяется уровень затрат на унификацию  $Z_{ун}$  на определенный шаг.

Для данной величины  $Z_{ун}$  необходимо отобрать бизнес-процессы, которые войдут в основной и резервный план.

Затраты на унификацию  $Z_{ун}$  могут быть направлены на увеличение ПЭ для альтернатив, которые войдут в основной план, и на увеличение ПЭ для альтернатив, находящихся в резерве.

Потенциальные  $Z_{ун}$  предполагают только возможность снижения риска БЗ. Поэтому ЛПР к ним не прибегает, либо из-за того, что не хочет тратить средства на снижение риска, либо потому что альтернативы, вошедшие в основной план позволяют получить больший полезный эффект с меньшими затратами, или вообще без них.

Фактические  $Z_{ун}$ , если часть из них направлена в сторону резервных бизнес-процессов, позволяют страховать риски, но увеличивают величину резерва, необходимого для возможного запуска альтернативы из резервных бизнес-процессов.

Поскольку модель является имитационной, то в таком случае будем использовать «фактические  $Z_{ун}$ ». Наиболее эффективные пути унификации бизнес-процессов целесообразно проводить с использованием функционально-стоимостного анализа [22, 30, 40, 51, 52, 76].

На каждом шаге итерации проводится два этапа оптимизации: оптимизация основного и резервного плана.

На первом этапе проводится отбор таких бизнес-процессов, которые, соответствуя склонности ЛПР к риску, максимизируют величину средневзвешенной ожидаемой рентабельности по маргинальному доходу  $R_{мд}$  за весь планируемый период. Решение производится с помощью динамической модели оптимизации. В качестве управляющего воздействия (УВ) выбирается  $Z_{ун}$ . В более общем виде в качестве УВ выбирается затраты, необходимые для повышения гибкости.

Известно, что бизнес-процесс либо может быть включен в план, либо нет, что может отражать булева переменная  $b = \{0, 1\}$ .

В качестве основных ограничений выступают: структура ожидаемых затрат, периодичность получения заданных параметров, величина резерва – в процентном отношении к общим планируемым затратам, а также ограничения на ресурсы. Величина заемных средств, исходит из оптимальной величины финансового рычага.

При заданной структуре затрат, при увеличении затрат на унификацию становится возможным увеличение величины ПЭ, для менее затратно емких и более рентабельных бизнес-процессов, что может обеспечить бизнес-процесс попадание в область ограничений (рис. 5.3).



**Рис. 5.3** Иллюстрация попадания в область ограничений более рентабельных товаров, за счет снижения риска в данном периоде  $t_n$

Условием возникновения ПЭ является использование двух или нескольких бизнес-процессов, имеющих сходные функции или затраты. Кроме того, условием возникновения полезного эффекта может являться обязательность или необязательность параллельного исполнения того бизнес-процесса, который собственно и создает полезный эффект.

Таким образом, необходимо задать временной коэффициент, отражающий необходимость использования параллельного, последовательного или параллельно последовательного реализации бизнес-процессов.

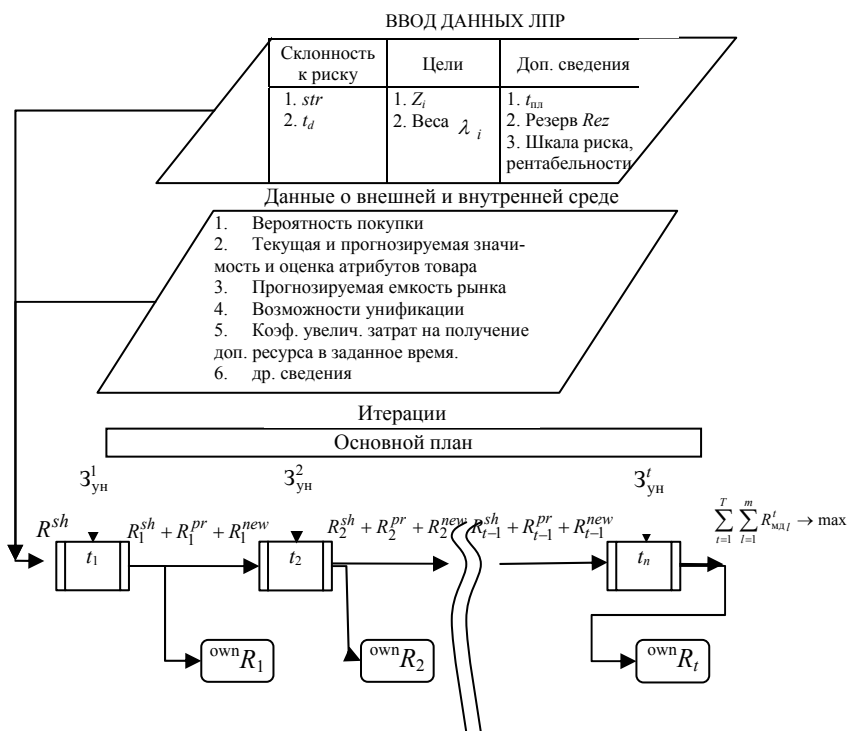
Введем коэффициент  $t_k$ :

$t_k = 0$  – для получения ПЭ возможна параллельная реализация;

$t_k = 1$  – возможна параллельно последовательная реализация;

$t_k = 2$  – возможна последовательная реализация.

В результате оптимизации на данном этапе является формирование основного плана бизнес-процессов для данной итерации, реализация которых позволит начать выпуск определенных товаров в определенное время.



**Рис. 5.4 Модель формирования основного плана**

На втором этапе формируется резервный план для данной итерации.

Назначение резервного плана – минимизация ожидаемых потерь по основному плану и повышение устойчивости к достижению параметров основного плана. Резервный план призван обеспечить альтернативу при возможном полном или частичном отказе от основной альтернативы как до начала реализации бизнес-процесса, так и в процессе его реализации.

Необходимо стремиться к тому, чтобы для каждого бизнес-процесса из основного плана соответствовал один или несколько бизнес-процессов в резервном плане. БП – «дублер» должен быть максимально схожим с основным бп: 1) по критериям риска и рентабельности; 2) по связям с бизнес-процессами, состоящими в основном плане.

Рассмотрим первое условие. Поскольку в основной план войдут те бизнес-процессы, которые с наибольшей вероятностью будут реализованы, то необходимо, не снижая, по возможности уровни рентабельности и риска по данному плану, снизить величину безвозвратных затрат, которые могут возникнуть в случае полного или частичного отказа от бизнес-процессов основного плана.

Пусть  $BZ_i^{осн}$  – возможные безвозвратные затраты основного бизнес-процесса на  $i$ -ой операции, учитывающие возможность также перехода к резервному бизнес-процессу.

$Z_i^{осн}$  – затраты на реализацию основного бизнес-процесса на  $i$ -ой операции.

$Z_{доп\ i}^{осн \rightarrow рез}$  – дополнительные затраты на переход с основного бп к резервному на  $i$ -ой операции.

Тогда, в идеальном случае

$$z_{\text{доп } i}^{\text{осн} \rightarrow \text{рез}} = z_i^{\text{осн}} - Bz_i^{\text{осн}}, \quad (5.35)$$

т.е. в случае отказа от основного бизнес-процесса на каком-либо этапе высвободившиеся возвратные затраты обеспечат возможность перехода к резервному бп. Поскольку высвободившихся ресурсов может оказаться недостаточным для реализации альтернативы, то возникает необходимость использования резерва, уровень которого в процентном отношении от планируемых затрат считается заданным.

Допустим, переход к резервному бизнес-процессу состоялся. Следует отметить, что в таком случае с учетом собственных ожидаемых потерь, а также  $Bz_i^{\text{осн}}$ , уровень риска и рентабельность должны оказаться в идеале такими же, как и у основного бизнес-процесса.

Рассмотрим второе условие. Допустим, у бизнес-процесса  $BP^1$  в основном плане имеются следующие связи. В данном случае для резервного бизнес-процесса необходимо максимизировать показатель гибкости с участием  $BP^1$ ,  $BP^2$ ,  $BP^3$ ,  $BP^4$ ,  $BP^1$ ,  $BP^2$ .

В свою очередь для резервного бизнес-процесса также может быть найден БП – «дублер», что формирует резерв второго уровня (рис. 5.5).

Очевидно, нет смысла подбирать резервные бизнес-процессы для всех бизнес-процессов основного плана. Целесообразно в условиях ограниченности ресурсов снижать риск в тех интервалах времени, в которых наблюдается их концентрация или завышение, а также в наиболее важных или рискованных бизнес-процессах.

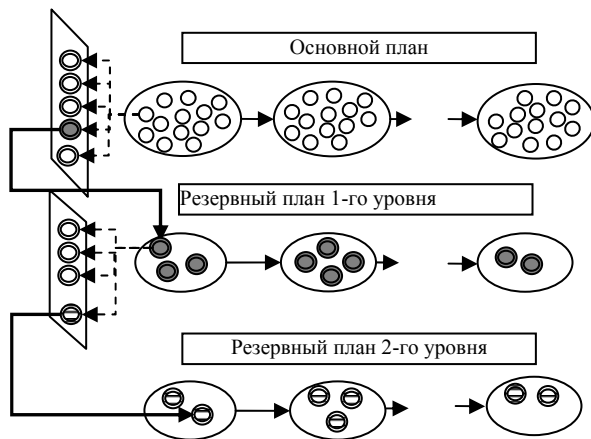


Рис. 5.5 Схема выбора оптимальных бизнес-процессов для резервных планов

- **ОПТИМАЛЬНЫЙ**
- ⊖ Оптимальный бизнес-процесс для резервного плана 2-го уровня
- -> Поиск резервных бизнес-процессов
- Выбор оптимального бизнес-процесса для резервного плана

Отбор бизнес-процессов, по которым необходимо снижать риски в первую очередь предлагается проводить по следующему критерию, отражающему максимум полезного эффекта на одну связь:

$$\max \frac{ПЭ}{K_s},$$

где  $K_s$  – количество связей бизнес-процесса, либо по критерию величины ожидаемых потерь  $\bar{\Pi}$ .

Итак, для каждого периода времени, бизнес-процессы, включенные в основной план, ранжируются по данному критерию в порядке убывания. В этой же последовательности имитируются отказы и находятся оптимальные бп-дублеры.

Второй метод – это проведение значительного числа имитационных отказов основных бизнес-процессов и выявление основных ресурсов, которые могут высвободиться в результате отклонений от плана для каждого периода времени.

Итак, в случае отказа образуется свободная часть ресурсов, которая вместе с частью резервных ресурсов может быть направлена на реализацию альтернативных бизнес-процессов. Кроме того, после расчетов на первом этапе, часть доступных  $Z_{ун}$  может оказаться не использованной. Поэтому в качестве управляющего воздействия также как и в основном плане выступает  $Z_{ун}$ .

### Пример описания возможных связей для БП

Бизнес-процесс	Риск	уровень ожидаемой рентабельности	Связь с бизнес-процессом	$Z_{ун}$	ПЭ	$Z_{доп}$
$BP_1^1$	НСр (ниже среднего)	ВСр (выше среднего)	$BP_2^2$	2	20	45
			$BP_4^3$	2	20	17
			$BP_1^4$	7	50	56
			$BP_2^8$	15	70	41

Предлагаем использовать следующую целевую функцию

$$\sum_{t=1}^T (D_t - P_t) \rightarrow \max, \quad (5.36)$$

где  $\bar{D}_t$ ,  $\bar{P}_t$  – ожидаемый доход и ожидаемые потери за  $t$ -ый период показывает максимальное достижение полученных параметров основного плана. Решение также производится путем динамической оптимизации.

Алгоритм формирования оптимального резервного плана.

- 1) Рассматривается очередной рискованный бизнес-процесс основного (резервного) плана.
- 2) Перебор плановых периодов времени.
- 3) Имитируется отказ от реализации данного бизнес-процесса в данном периоде.
- 4) Поиск наиболее подходящего бизнес-процесса из резервных. Для каждого периода выбирается один или несколько бп.
- 5) С помощью метода центральной ситуации выбирается оптимальный резервный бп-«дублер».
- 6) Поскольку резервный бизнес-процесс также подвержен рискам, то осуществляется поиск резервных бп второго уровня. Переход к п.1.
- 7) Поиск ведется до тех пор, пока  $Z_{доп i}^{осн \rightarrow рез} > Z_{min}$ , где  $Z_{min}$  – минимальные затраты на реализацию любого из резервных бизнес-процессов.

5 Сформировав основной и резервный планы, проверим отказоустойчивость плана по данной итерации путем имитационного моделирования для следующих ситуаций: отказало 10 % из рассматриваемых бизнес-процессов, 20 % и т.д.

Подводится статистика для каждого из вышеперечисленных случаев: процент отклонения от итоговой величины рассчитанного основного плана по данной итерации  $\sum \bar{D} - \sum \bar{P}$ .

6 Для каждого уровня  $Z_{ун}$  по данной итерации находим соответствующие показатели гибкости, риска, рентабельности. Строятся следующие функции

$$R = f(G), G = f(Z_{ун}), ПЭ = f(R), ПЭ = f(Z_{ун}).$$

7 Процедура итерационных расчетов повторяется до тех пор, пока выполняется условие: прирост  $Z_{ун}$  меньше, чем прирост гибкости и меньше, чем темпы падения риска. Как только нарушается это условие, мы ставим первое ограничение по рискам  $R_1$ . Поскольку в данной точке наблюдается наибольшая эффективность от повышения затрат на унификацию, то дальнейшее увеличение  $Z_{ун}$  будет расцениваться как желание ЛПР максимально снизить риски.

Это объясняется тем, что затраты на унификацию осуществляются в целях увеличения гибкости предприятия. Если темпы затрат выше чем гибкость, то это сигнал о пересмотре целесообразности таких вложений.

8 Как только нарушается второе условие, либо показатели не удовлетворяют заданным ограничениям, ставится второе ограничение по рискам.

Второе условие – темпы падения рентабельности становится быстрее, чем темпы падения риска.

9 Итак, в результате расчетов формируется некоторое множество альтернативных сценариев. Сужение данного множества до единственного решения с помощью только количественных методов нецелесообразно. Это объясняется тем, что ЛПР:

- 1) выражает лишь общее отношение к риску, путем задания структуры планируемых затрат;
- 2) условно считаем, что ЛПР с позиции отношения к риску индифферентен к полученному множеству альтернатив, несмотря на то, что коэффициент риска может различаться по разным сценариям.

Поэтому, дальнейшее сужение множества альтернатив следует проводить на основе отношения ЛПР к доходности или надежности (отказоустойчивости) либо на основе наиболее полного соответствия целям организации или ее собственников.

Допустим,  $Z_i^{mn}$  – показатель, отражающий цель организации, либо желаемое состояние какого-либо явления, объекта или процесса.

$Z_i^p$  – показатель по  $i$ -ой цели, полученный в результате расчетов;

$\lambda_i$  – коэффициент иерархии или значимость  $i$ -ой цели.

Для окончательного выбора оптимального плана из всего множества альтернатив предлагается проводить с использованием коэффициента адекватности целям  $K_z^a$  по  $a$ -ой альтернативе  $[0...1]$

$$K_z^a = 1 - \frac{\sum_{i=1}^I (Z_i^{mn} - Z_i^p) \lambda_i}{\sum_{i=1}^I Z_i^{mn} \lambda_i} \quad (5.37)$$

качественные показатели можно оценивать по 100 бальной шкале, а  $Z_i^{mn}$  брать за 100 баллов. Данный коэффициент разработан по принципу коэффициента адекватности рынку [17].

## 5.5 НЕПОДХОДЯЩИЕ РАЗРАБОТАННЫЕ МОДЕЛИ

В результате исследования возможности применения различных методов экономико-математического моделирования для планирования ассортимента разрабатывались следующие модели и алгоритмы:

- а) на основе ранжирования альтернатив по критериям важности, коэффициенту запаса времени (расчет которого также предложен автором) и коэффициенту риска;
- б) с использованием теории систем массового обслуживания;
- в) на основе динамической оптимизации суммарного коэффициента важности, рассчитываемого на основе задания экспертами с помощью нечеткой логики функции предпочтительности определенных квадратов матрицы «риск-рентабельность», предназначенной для кластеризации на соответствующие подгруппы планируемых к реализации бизнес-процессов.

Было установлено, что вышеуказанные модели не позволяют учесть основные факторы и ограничения, указанные в § 4.2, а также концептуальные основы формирования ТАП (см. § 4.3), поэтому были исключены из дальнейшего рассмотрения.

**Модель с использованием системы массового обслуживания.** Решение обобщенной задачи оптимизации ассортимента предполагалось проводить с использованием системы массового обслуживания, под которой в данном случае будем понимать систему распределения ресурсов между поступающими заявками (планируемые к реализации бизнес-процессы).

Опишем основные характеристики системы.

В данном случае – это одноканальная система. Под обслуживающим устройством или каналом обслуживания понимается изменяемый объем ресурсов, как собственных, так и заемных.

*Требования*, планируемые к реализации бизнес-процессов.

Входящий поток требований – совокупность требований, которые поступают в систему и нуждаются в обслуживании.

*По времени пребывания требований в очереди до начала обслуживания смешанного типа. В системах смешанного типа поступившее требование, застав устройство занятым, становится в очередь и ожидает обслуживания в течение ограниченного времени. Не дождавшись обслуживания в установленное время, требование покидает систему.*

По количеству этапов обслуживания – многофазная СМО, так как бизнес-процесс как правило разбивается на некоторую совокупность процессов, каждый из которых финансируется отдельно.

Предполагается, что поток заявок неограничен, однако вероятность появления заявок в некоторый ближайший период времени стремится к 0.

*Показатели работы СМО.* Эффективность использования СМО – абсолютная или относительная пропускные способности, коэффициент использования СМО

Качество обслуживания заявок – среднее время, ожидание заявки в очереди или пребывание заявки в СМО, вероятность отказа заявке в обслуживании без ожидания, вероятность того поступившая заявка немедленно примется к исполнению.

Эффективность функционирования пары СМО – потребитель. Причем под потребителем понимается совокупность заявок или их некоторый источник.

Основная задача – упорядочить поступление заявок таким образом, чтобы повысить эффективность использования СМО.

С учетом ожидаемых сроков реализаций бизнес-процессов становится возможным оценить вероятность поступления заявок в данный конкретный период времени.

*Достоинства модели.*

- 1 Возможно проведение динамической оптимизации.
- 2 Задается приоритет каждой заявки. Поэтому в случае отклонение величины резервных ресурсов от запланированных, предприятие реализовывает наиболее выгодные бизнес-процессы.

*Недостатки модели.*

1 Затруднительно задать принципы дисциплины формирования очереди, поскольку в каждый интервал времени они могут оказаться различными. Поток является случайным только в ограниченный промежуток времени, образуемый общим пересечением ранних и поздних сроков начала реализации некоторой совокупности бизнес-процессов.

- 2 Все недостатки, связанные с ранжировкой бизнес-процессов.

**Модель на основе ранжирования альтернатив по критериям важности и коэффициенту запаса времени, и коэффициенту риска.**

Ранжирование удобно применять в следующих ситуациях:

а) когда необходимо упорядочить какие-либо объекты во времени или пространстве (в этом случае интерес представляет не сравнение степени выраженности какого-либо качества, а лишь взаимное пространственное либо временное расположение объектов);

б) когда нужно упорядочив объекты в соответствии с каким-либо качеством, но при этом не требуется его точное измерение;

в) когда какое-либо качество в принципе измеримо, однако в настоящий момент не может быть измерено по причинам практического или теоретического характера.

Автором разрабатывался следующий алгоритм.

*I этап.* Подготовка исходных данных аналогична основной модели.

*II этап.* Условное объединение в кластеры бизнес-процессов, имеющих ряд однотипных или общих операций и расчет для них совокупных показателей:  $K_{пр}$  – коэффициент привлекательности;  $k_{звр}$  – коэффициент запаса времени;  $\bar{\Pi}$  – ожидаемые потери.

- 1 Из всей совокупности бизнес-процессов делается выборка товаров или товарных групп, в которой имеются взаимные связи.

2 В полученной выборке объединяются бизнес-процессы, по которым возникает эффект синергии (ПЭ)

Полезный эффект (ПЭ) учитывается:

- а) при расчете критерия привлекательности  $K_{пр}$ ;
- б) при расчете ожидаемых потерь.

Условием включения бизнес-процесса в кластер является

$$\frac{\tilde{K}_{пр}'}{\tilde{K}_{пр}} > 1, \quad (5.38)$$

где  $\tilde{K}_{пр}$  – общий коэффициент привлекательности кластера до объединения с каким-либо бизнес-процессом;  $\tilde{K}_{пр}'$  – общий коэффициент привлекательности кластера после объединения.

Коэффициент привлекательности кластера предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$\frac{\sum \text{МД} + \text{ПЭ} - \sum \bar{\Pi}}{\sum V - \text{ПЭ} + \sum \bar{\Pi}}. \quad (5.39)$$

*III этап.* Ранжировка бизнес-процессов по убыванию их степени важности и срочности. Бизнес-процессы, объединенные в один кластер, рассматриваются как один процесс.

1 Критерий привлекательности товара ( $K_{пр}$ ). Основное назначение данного коэффициента состоит в отборе таких товаров, которые в наибольшей степени соответствуют целям (задачам) фирмы. Предлагается рассчитывать  $K_{пр}$  за период времени равный:

- а) сроку амортизации соответствующих основных производственных фондов;
- б) горизонту планирования с допустимым уровнем неопределенности.

2 Возможна как количественная, так и качественная оценка  $K_{пр}$ . Одним из вариантов является использование в качестве  $K_{пр}$  величину ожидаемой рентабельности по МД.

3 Коэффициент запаса времени. У каждой бизнес-операции имеется ранний и поздний сроки реализации, которые устанавливаются под влиянием как внутренних (экономический потенциал предприятия), так и внешних факторов. Для сравнения нескольких альтернатив срочность того или иного мероприятия предлагается рассчитывать по разработанной нами формуле:

$$k_{вр} = \frac{T_{про} - T_{дата} - P}{T_{ц}}, \quad (5.40)$$

где  $T_{про}$  – поздний срок реализации операции;  $T_{дата}$  – текущая дата;  $P$  – среднее количество занятых дней, с учетом загрузки имеющихся на предприятии ресурсов в промежуток времени ( $T_{про} - T_{дата}$ );  $T_{ц}$  – длительность цикла реализации операции (дни).

Коэффициент показывает приблизительно, сколько раз может быть осуществлена та или иная бизнес-операция, с учетом имеющейся загрузки ресурсов за данный промежуток времени. Учитывается при сравнении нескольких альтернатив для оценки их относительной срочности. Перечислим основные ситуации, которые могут возникнуть при сочетании трех вышеуказанных показателей.

### ВЫБОР ОДНОГО ИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В РАЗЛИЧНЫХ СИТУАЦИЯХ

№	Ситуация	Критерий выбора	Результат
1	$K_{ср}^A = K_{ср}^B$		А
	$K_{пр}^A = K_{пр}^B$		
	$R^A < R^B$		
2	$K_{ср}^A = K_{ср}^B$		А
	$K_{пр}^A > K_{пр}^B$		



	$R^A \leq R^B$		
3	$K_{\text{ср}}^A = K_{\text{ср}}^B$		
	$K_{\text{пр}}^A > K_{\text{пр}}^B$	$\frac{K_{\text{пр}}^A - R^A}{K_{\text{пр}}^B - R^B} > 1$	<b>A</b>
	$R^A > R^B$	$\frac{K_{\text{пр}}^A - R^A}{K_{\text{пр}}^B - R^B} < 1$	<b>B</b>

Продолжение табл.

№	Ситуация	Критерий выбора	Результат
4	$K_{\text{ср}}^A < K_{\text{ср}}^B$		
	$K_{\text{пр}}^A \leq K_{\text{пр}}^B$		
	$R^A < R^B$		
5	$K_{\text{ср}}^A < K_{\text{ср}}^B$		
	$K_{\text{пр}}^A > K_{\text{пр}}^B$		
	$R^A < R^B$		

К случаю 4. Допустим,  $t_{\text{ц}}^a$  – длительность амортизационного цикла;  $T_{\text{р.но}}$  – ранний срок начала операции;  $T_{\text{п.зо}}$  – поздний срок завершения операции; тогда  $(T_{\text{р.но}}^B - T_{\text{р.но}}^A) \bar{D}_{\text{дн}}^A$  – упущенная выгода при выборе товара  $B$ .

Если длительность цикла амортизации по бизнес-процессу  $A$   $t_{\text{ц}}^a(A)$  больше, чем  $t_{\text{ц}}^a(A) - T_{\text{р.но}}^B$ , то возникает еще одна упущенная выгода  $t_{\text{ц}}^a(A) - [t_{\text{ц}}^a(B) - T_{\text{р.но}}^B] \bar{D}_{\text{дн}}^A$ .

Если периоды амортизации совпадают во времени, то сравнения двух бизнес-процессов происходит с помощью сравнения их дохода за равный промежуток времени.

*IV этап.* Оценка степени устойчивости рангов.

Основной недостаток данной модели.

1 При формировании ассортимента возможны разрушения кластера, не удовлетворяющего заданным ограничениям.

2 Невозможно учесть ограничения на ресурсы в динамике.

**Динамическая модель оптимизации суммарного коэффициента важности (рассчитываемого с использованием матрицы рентабельность – риск).**

1) Построить модель рентабельность – риск. Позиционировать с помощью функции принадлежности в данной матрице бизнес-процессы.

В результате построения матрицы рентабельность – риск и позиционирования в ней бизнес-процессов, можно определить, что данный бизнес-процесс на  $x$  % принадлежит, например, квадрату  $k_1$  и на  $y$  % принадлежит квадрату  $k_2$ .

Обозначим квадрат как  $d_n r_m$ , где  $d_n = \{d_1, d_2\}$  – рентабельность по  $n$ -ой шкале.

### МАТРИЦА «РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ – РИСК»

Ожидаемые погоды	$r_1$	1–1	2–1	3–1	4–1	5–1
	$r_2$	1–2	2–2	3–2	4–2	5–2
	$r_3$	1–3	2–3	3–3	4–3	5–3
	$r_4$	1–4	2–4	3–4	4–4	5–4

	$r_5$	1-5	2-5	3-5	4-5	5-5
		$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
Ожидаемая рентабельность						

$r_m = \{r_1, r_2\}$  – риск по  $m$ -ой шкале.

Степень принадлежности  $i$ -го бизнес-процесса к данному квадрату можно выразить функцией.

2) Далее ЛПР или группа экспертов формируют предпочтительную линию поведения. Допустим, ЛПР изначально выбирает свойственную его характеру, жизненным ценностям, видению развития бизнеса одну из следующих линий поведения: консервативную, умеренно консервативную, умеренную или агрессивную на основе следующей матрицы, присваивая каждому кластеру из матрицы рентабельность-риск определенный вес.

### Расчет суммарной важности бизнес-процесса на заданных основе весов квадратов матрицы «рентабельность-риск»

Квадрат	Вес квадрата	Степень принадлежности квадрату			
		$bp_1$	$bp_2$	...	$bp_k$
$d_1 r_1$	$\varphi_1$	$\mu_{11}$	$\mu_{12}$		$\mu_{1k}$
$d_1 r_2$	$\varphi_2$	$\mu_{21}$	$\mu_{22}$		$\mu_{2k}$
...	...				
$d_n r_m$	$\varphi_{nm}$	$\mu_{nm1}$	$\mu_{nm2}$		$\mu_{nmk}$
Суммарная важность бизнес-процесса		$W_{bp_1}$	$W_{bp_2}$		$W_{bp_k}$

Суммарную важность для ЛПР или группы экспертов того или иного бизнес-процесса можно вычислить следующим образом

$$W_{bp_i} = \sum_{i=1}^{nm} \sum_{j=1}^k \varphi_i \mu_{ij}, \quad (5.41)$$

где  $i = 1 \dots nm$ ,  $nm$  – количество квадратов в матрице;  $j = 1 \dots k$ ,  $k$  – количество бизнес-процессов;  $\varphi_i$  – вес квадрата матрицы рентабельность – риск;  $\mu_{ij}$  – степень принадлежности  $j$ -го бизнес-процесса  $i$ -му квадрату матрицы;  $i = 1 \dots nm$ ,  $nm$  – количество квадратов в матрице рентабельность риск;  $j = 1 \dots k$ ,  $k$  – количество бизнес-процессов.

3) а) максимизация целевой функции

$$\sum_{j=1}^k W_{bp_j} b_j \rightarrow \max, \quad (5.42)$$

где  $W_{bp_j}$  – суммарная важность бизнес-процесса для ЛПР либо группы ЛПР,  $b_j = \{0, 1\}$ .

Первая сумма выражает суммарную оценку важности для ЛПР с учетом соотношения риск/рентабельность планируемых к реализации бизнес-процессов,  $b_j$  – булева переменная ( $b_j = 1$  процесс реализуется,  $b_j = 0$  процесс не реализуется).

б) Либо минимизация следующей целевой функции (для случая ранжирования)

$$\sum_{j=1}^k \frac{t_{ож}}{W_{bp_j}} \rightarrow \min, \quad (5.43)$$

где  $t_{ож} = [0, t_{пнр} - t_{рнр}]$  – время ожидания заявки в очереди;

$$t_{ож} = \begin{cases} t_{исп} - t_{рнр}, & \text{если } t_{рнр} \leq t_{исп} \leq t_{пнр} \\ CH, & \text{если } t_{исп} \geq t_{пнр} \end{cases},$$

где  $СН$ -достаточно большое число, выражающее условный штраф за превышение поздних сроков реализации бизнес-процесса;  $t_{ппр}$ ,  $t_{рпр}$  – поздний и ранний срок начала реализации бизнес-процесса;  $t_{исп}$  – планируемая дата исполнения бизнес-процесса.

Назначение функции – это минимизировать время ожидания по наиболее привлекательным бизнес-процессам. Время ожидания более важной заявки будет меньше, чем время ожидания менее важной заявки.

В результате оптимизации на каждом данном временном интервале должна быть выстроена оптимальная очередность.

Основной недостаток данной модели – неэффективность учета склонности ЛПР к риску.

## **6 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ АССОРТИМЕНТА**

---

Традиционно основными количественными показателями эффективности экономико-математических моделей являются: прирост прибыли, рентабельность, собственного капитала, сокращение объема резервных средств, улучшение структуры баланса и т.д. Применительно к разработанной нами методике оптимизации товарного ассортимента такой подход неприемлем, поскольку реализация в нашем подходе процедуры учета толерантности ЛПР к риску ориентирована на достижение различных уровней показателей в зависимости от выбранной стратегии, в отличие от существующих моделей, где данный аспект не учитывается.

Поэтому, мы предлагаем оценивать эффективность планов, построенных на основе моделей с использованием технологии имитационного моделирования, на основе следующих разработанных нами показателей.

1 Чувствительность расчетного уровня прибыли за определенный период времени ассортиментных планов к аритмии реализации ( $\%$ ,  $Pr$ ), на наш взгляд, является одним из показателей, отражающим надежность плана в условиях нестабильности и неопределенности. Как мы полагаем, план, построенный на основе нашего подхода (состоящий из основного и резервного), окажется более гибким, а значит менее чувствительным к возмущениям внешней среды и неопределенности внутренней.

2 Изменение уровня риска в зависимости от величины аритмии реализации. Данный коэффициент дополняет предыдущий, а также позволяет оценить степень устойчивости коэффициента риска по каждой модели. Анализ значений этого показателя позволит доказать необходимость учета склонности к риску.

3 Уровень дополнительных затрат на получение упущенной прибыли рассчитывается в виде коэффициента  $K_3 = Z_{доп}/Pr$ , где  $Pr$  – величина ожидаемой прибыли, полученная на основе оптимизационных расчетов данной модели.

В соответствии с нашим определением понятия «товарно-ассортиментная политика», данный показатель является одним из возможных способов оценки потенциальных возможностей предприятия по адаптации к внешней среде и отражающим возможности обеспечения устойчивости организации по достижению поставленных целей.

Предлагаемый коэффициент, на наш взгляд, является также одним из показателей устойчивости организации к достижению поставленных целей.

4 Время, необходимое для восстановления баланса, т.е. достижение планируемого изначально уровня прибыли. Данный коэффициент дополняет предыдущий. Отражает также способность предприятия получать своевременный доступ к необходимым ресурсам и эффективно их использовать с изменившимися условиями. Показатели 3 и 4 отражают способность адаптации модели к изменившейся ситуации.

Планирование эксперимента. Исходные данные для анализа.

1 Варианты оптимизационных ассортиментных планов, рассчитанных с использованием следующих моделей:

- а) модель № 0 – наша модель;
- б) модель № 1 – комплексная модель, составленная на основе модели № 1 с использованием методов динамической оптимизации, с целью приближения характеристик данной модели к модели № 0;
- в) модель № 2 – условная модель, объединяющая модели № 6, 8, 9.

Остальные модели оптимизации ассортимента были нами исключены из рассмотрения в виду их качественных отличий от вышеперечисленных.

2 Ограничение на заемный капитал, вытекающий из оптимального уровня финансового рычага. Данный показатель будет изменяться динамично, в зависимости от изменения рентабельности собственного капитала. Соответственно, если заемных и свободных собственных средств не хватает на реализацию дополнительного бизнес-процесса, то он исключается из рассмотрения в данном периоде времени.

3 Объем используемых ресурсов в каждом плановом периоде времени, рассчитанных по каждой из моделей.

4 Минимальное время, необходимое для получения и использования каждого вида ресурсов на предприятии, а также дополнительные издержки (млн. р.), не входящие в стоимость ресурса для получения потребного ресурса в минимальное время

$$t = t_{\text{пр}} + t_{\text{исп}},$$

где  $t_{\text{пр}}$  – время, необходимое для доступа к ресурсу и его приобретению;  $t_{\text{исп}}$  – время, необходимое на подготовку ресурса к использованию.

Необходимо предварительная оценка ресурсов по степени ликвидности. Предлагается составление данной таблицы для менее ликвидных ресурсов.

5 Конечный перечень бизнес-процессов, необходимых для достижения требуемых атрибутов товаров. Поскольку уже была произведена оптимизация разработанной нами модели, следовательно, такая информация уже у нас имеется.

Генерировать ситуации будем путем изменения ниже перечисленных параметров. Пусть  $k$  – общее количество укрупненных товарных групп на предприятии. В наше тестирование включены 20 укрупненных товарных групп.

$\Delta k$  – доля товарных групп, по которым пройдут изменения (%);

$\Delta Q$  – процент отклонения от планового объема реализации в натуральном выражении;

$\Delta U_j$  – изменения критерия потребительской удовлетворенности.

На последнем этапе случайным образом отбираются те виды товарных групп, по которым пройдут изменения. Количество генераций зададим равным 10.

Схема генерирования возможных ситуаций выглядит следующим образом (рис. 6.1).

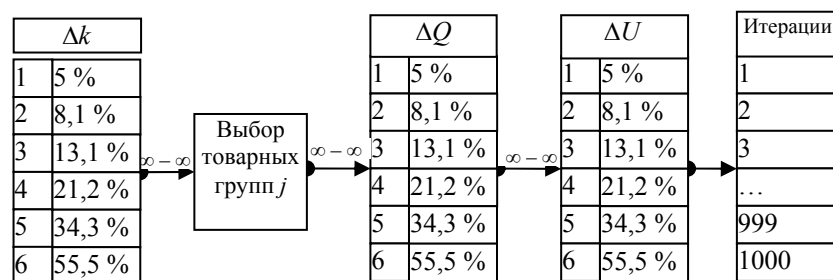


Рис. 6.1 Схема генерирования возможных ситуаций



*Продолжение табл. П1.1*

Критерии сравнения	Номер модели управления ассортиментом										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Методы прогнозирования</b>											
1 эвристиче- ские											
2 экономико- математиче-	+	+	+		+		+	+			

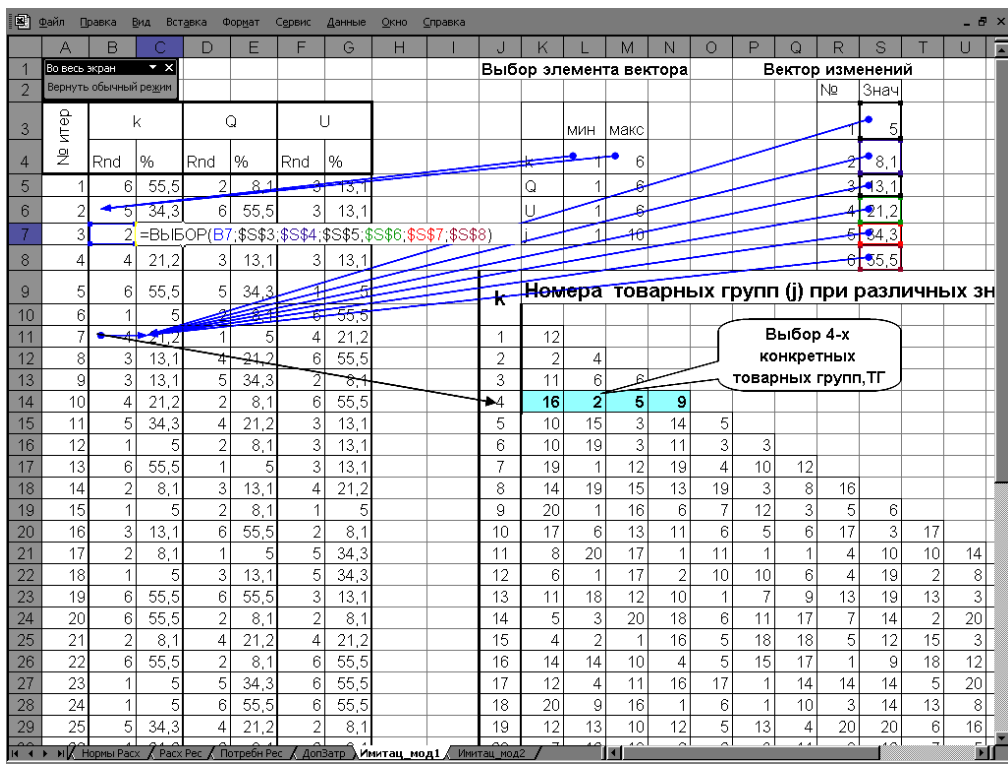






Продолжение табл. П1.1

Критерии сравнения	Номер модели управления ассортиментом										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
– процессов, ресурсов								+			
<b>Сочетание краткосрочной и долгосрочной политики</b>											
– хорошо					+	+	+		+		
– плохо											
– отсутствует		+	+				+			+	+
<b>Возможность применения</b>											
к существующим товарам		+	+	+	+	+	+	+	+		+
к новым товарам				+				+			+
Учет влияния детерминант спроса			+	+							



**РИС. 6.2 ПРИМЕР ГЕНЕРИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ СИТУАЦИЯ В ППП EXCEL**

Вернуться в библиотеку учебников

[В каталог НЕ учебников](#)

Создание и продвижение сайтов

[Рерайт дипломных и курсовых работ](#)

*Повышайте квалификацию,  
приобретайте новые компетенции:*

[Курсы по созданию сайтов](#)

[Курсы по оптимизации сайтов](#)

[Примеры сайтов](#)