

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

На правах рукописи

Мазунина Оксана Анатольевна

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ СНАБЖЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ)**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (логистика)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Бродецкий Геннадий Леонидович

Москва – 2012



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Содержание	
Введение.....	3
Глава 1. Анализ закупочной деятельности предприятий энергетического машиностроения	11
1.1. Обзор состояния рынка энергетического машиностроения	11
1.2. Структура цепи поставок предприятий энергетического машиностроения	23
1.3. Особенности закупочной деятельности на предприятиях энергетического машиностроения.....	29
Глава 2. Особенности задач управления закупками на рынке энергетического машиностроения как задач многокритериальной оптимизации	35
2.1. Особенности задач управления закупками. Обзор методов оптимизации при многих критериях с учётом рисков.....	35
2.2. Применение методов многокритериальной оптимизации в управлении закупками	47
2.3. Особенности многокритериальной оптимизации закупок с учетом возможности проведения торгов.....	63
2.4. Возможность воздействия эффекта неадекватного выбора.....	79
Глава 3. Разработка модифицированных методов многокритериальной оптимизации закупочной деятельности.....	90
3.1. Возможности специального использования процедур аналитической иерархии.	90
3.2. Разработка методов многокритериальной оптимизации закупок с применением процедур аналитической иерархии	94
3.3. Многокритериальная оптимизация закупок с учетом рентабельности, определяемой форматом модели стратегической прибыли.....	111
3.4. Организационный механизм реализации оптимизационных решений в логистике снабжения для предприятий энергетического машиностроения	137
Заключение	147
Список литературы	151

Введение

Актуальность исследования. В настоящее время крупнейшими игроками на мировом рынке энергетического машиностроения являются корпорации Siemens, Alstom, General Electric, Westinghouse Electric, ABB. При этом наибольшей долей на рынке обладает американская корпорация General Electric (GE), покрывающая всю производственную линейку продукции энергетического машиностроения и контролирующая около 24% мирового рынка. Для сравнения: доля всех российских компаний на мировом рынке составляет 2%. В сфере отечественного энергетического машиностроения действуют факторы, негативно влияющие на развитие промышленных предприятий отрасли. Это такие факторы, как рост внутреннего спроса на продукцию энергомашиностроения с опережением темпов роста промышленного производства; неудовлетворительное состояние и технологический уровень основных производственных фондов; рост конкурентного давления со стороны зарубежных конкурентов. В связи с этим необходимо постоянно искать резервы оптимизации деятельности предприятий энергетического машиностроения, с целью повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Энергомашиностроение – материалоёмкое производство. Доля затрат на материалы в себестоимости продукции высока (по некоторым видам продукции достигает 70% в себестоимости производимого оборудования) и, как следствие, высокий уровень издержек на закупки материалов и комплектующих. В связи с тем, что рычаг снабжения оказывает огромное влияние на рентабельность бизнеса компании, целесообразно осуществлять оптимизацию снабженческой деятельности. Применение новых методов оптимизации закупок товаров, работ и услуг позволяет снизить издержки, улучшить качество продукции и услуг, в результате – получить конкурентные преимущества на рынке.

В рамках проведённого диссертационного исследования выявлено, что при осуществлении закупочной деятельности в энергомашиностроении акцентируется внимание на необходимость

учета дополнительных критериев и факторов риска, принимаемых к рассмотрению при формировании стратегии управления закупками. На предприятиях отрасли отсутствует механизм принятия решения при многих критериях в условиях риска. Наличие такого механизма позволит усовершенствовать логистику снабжения предприятий отрасли, соответственно даст возможность получать рыночные цены на закупаемую продукцию (товары, работы и услуги), следовательно, экономически обоснованную себестоимость; повышение эффективности использования средств, предназначенных на закупки (от категории «максимальное качество в рамках ограниченного бюджета» до «минимальная цена за приемлемое качество»); повышение инвестиционной привлекательности предприятия и улучшения имиджа.

Таким образом, актуальность темы исследования определяется необходимостью совершенствования логистики снабжения отечественных производственных предприятий энергетического машиностроения на основе концепции интегрированной логистики с учетом адаптации к условиям изменяющейся конкурентной среды, а также росту и качественному усложнению запросов потребителей их продукции.

Состояние разработанности проблемы. Вопросам логистики снабжения промышленных предприятий посвящено большое количество трудов отечественных и зарубежных авторов. Таких, как Доналд Дж. Бауэрсокс, Г.Л. Бродецкий, Штефан М.Вагнер, А.М. Гаджинский, Дж. Гатторна, М. Джиллингем, В.В. Дыбская, Д.А. Иванов, Дэйвид Дж. Клосс, М. Кристофер, К. Лайсонс, Дуглас М. Ламберт, Ю.М. Неруш, В.И. Сергеев, Джеймс Р.Сток, И.П. Эльяшевич. Однако, несмотря на это, в научной литературе проблематике оптимизации закупок товаров, работ и услуг при многих критериях с учетом рисков уделено недостаточное внимание. Такие авторы как В.И.Сергеев и И.П.Эльяшевич указывают на целесообразность многокритериальной оценки поставщиков с целью минимизации рисков снабжения. Тем не менее, методы многокритериальной оптимизации с учетом рисков применительно к закупочной деятельности промышленных предприятий и механизмы их внедрения в научной литературе не описаны. Методы

нахождения наилучших решений для задач такого типа при многих критериях только начинают разрабатывать. Поэтому в диссертационном исследовании с целью поиска наилучших решений в логистике снабжения для промышленных предприятий энергетического машиностроения исследуется возможность применения методов многокритериальной оптимизации с учетом логистических рисков.

Целью исследования является разработка и обоснование методических положений по оптимизации логистики снабжения промышленных предприятий (на примере предприятий энергетического машиностроения).

В соответствии со сформулированной целью в работе решаются следующие задачи:

1. Анализ проблем материально-технического снабжения предприятий энергетического машиностроения в современной рыночной среде.

2. Анализ и обобщение теоретических разработок отечественных и зарубежных ученых по оптимизации логистики снабжения предприятий.

3. Формирование многокритериальной модели оптимизации закупочной деятельности в цепи поставок предприятий энергетического машиностроения.

4. Моделирование рациональных решений, связанных с многокритериальной оптимизацией логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения с учетом рисков.

5. Выявление препятствий для прямого применения методов многокритериальной оптимизации (выявление «феноменов неадекватного выбора»);

6. Разработка и обоснование методических рекомендаций по вопросам оптимизации закупок промышленных предприятий при многих критериях в условиях риска;

7. Разработка организационно-методического механизма внедрения методов оптимизации логистики снабжения промышленных предприятий.

Объектом исследования являются предприятия энергетического машиностроения.

Предметом диссертационной работы является оптимизации логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения.

Теоретической и методической базой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам теории и практики логистики и управления цепями поставок для промышленных предприятий, управления снабжением, многокритериальной оптимизации, в том числе с учетом рисков, а также законодательные и нормативные акты Российской Федерации.

Информационной базой исследования послужили данные Госкомстата РФ, Министерства энергетики РФ, статистические данные машиностроительных предприятий. Наряду с вышеперечисленными источниками информации были использованы локальные нормативные акты, материалы бухгалтерской и управленческой отчетности производственных предприятий энергетического машиностроения.

Научная новизна исследования состоит в разработке и совершенствовании методических положений по оптимизации логистики снабжения предприятий энергомашиностроения на основе использования концепции интегрированной логистики и методов многокритериальной оптимизации с учетом рисков. В процессе исследования получены следующие наиболее значимые результаты, содержащие элементы научной новизны и выносимые на защиту:

1. Идентифицированы логистические риски в цепях поставок, что позволяет определять требования и ограничения по оптимизации параметров логистической системы предприятий энергетического машиностроения;

2. Сформулированы методические положения для поиска наилучших вариантов управления закупками и поставщиками предприятий энергетического машиностроения при многих критериях в условиях риска с использованием метода дерева решений, что впервые предоставляет возможность при многокритериальной оптимизации решений учитывать отношение к риску лица, принимающего решения;

3. Выявлены и обоснованы «феномены неадекватного выбора» для задач многокритериальной оптимизации в логистике снабжения, что позволяет службе логистики промышленного предприятия уменьшить вероятность принятия нерациональных решений по закупкам материальных ресурсов;

4. Разработана модель многокритериальной оптимизации закупочной деятельности предприятий энергомашиностроения при формировании стратегии управления закупками, что впервые даёт возможность логистам устранять влияние «феномена неадекватного выбора» на принимаемые решения;

5. Разработаны рекомендации и организационный механизм реализации методов оптимизации логистики снабжения при управлении закупками и поставщиками с многими критериями с учетом рисков для предприятий энергетического машиностроения, что позволяет применять положения многокритериальной оптимизации закупок товаров, работ и услуг для нужд конкретного предприятия.

В качестве **теоретической значимости исследования** необходимо отметить, что впервые доказана возможность решения задач управления закупками с учетом и рисков, и многих критериев. При этом необходимо использовать метод дерева решений в сочетании с процедурами многокритериальной оптимизации, применяя предложенную в работе модификацию критериев выбора с целью устранения нежелательных «феноменов неадекватного выбора».

Практическая значимость исследования заключается в том, что на базе теоретических положений диссертации разработаны

конкретные методические рекомендации и организационный механизм для повышения эффективности логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения, которые позволят:

- находить наилучшие альтернативы организации закупок и выбора поставщиков с учетом логистических рисков на основе использования формата метода дерева решений. При этом идентифицированные факторы и риски, обуславливаемые спецификой процедур закупочной деятельности предприятий энергомашиностроения, могут быть формализованы в виде требований, накладываемых на параметры частных критериев;

- устранять влияние феномена неадекватного выбора при многих критериях на принимаемые решения при управлении закупками материальных ресурсов для предприятий энергетического машиностроения за счет использования процессов аналитической иерархии;

- расширить доступный службам логистики предприятий энергомашиностроения спектр методов выбора наилучших решений по многокритериальной оптимизации закупочной деятельности для ситуаций, когда одним из критериев выступает максимизация рентабельности собственного капитала.

Внедрение на практике методических материалов и организационных решений, разработанных в диссертационном исследовании, позволяют повысить качество управления закупками предприятий энергомашиностроения, оптимизировать их издержки на снабжение при полном удовлетворении спроса потребителей и поддержании заявленного качества. Разработанные в диссертации методы оптимизации логистики снабжения и алгоритмы нахождения наилучших решений при управлении закупками в условиях риска могут быть трансформированы на деятельность предприятий разных отраслей.

Апробация работы. Основные теоретические положения и результаты исследования, обсуждены и одобрены на заседаниях отделения логистики НИУ-ВШЭ, а также на следующих конференциях:

- Международная научно-практическая конференция «Экономика и право в современном мире», Региональный центр социально-экономических исследований «Общественное содействие», Волгоград, январь 2012.

- Международная научно-практическая конференция «Молодежь и наука: новые взгляды и решения», Региональный центр социально-экономических исследований «Общественное содействие», Волгоград, октябрь 2011.

- V Всероссийская конференция студентов и аспирантов НИУ-ВШЭ «Интеграция и координация логистических процессов в цепях поставок», НИУ-ВШЭ, Москва, апрель, 2011.

- Международный форум поставщиков атомной отрасли «Атомекс 2010», ГК «Росатом», Москва, ноябрь 2010.

- Региональный форум поставщиков атомной отрасли «Атомекс – Северо-Запад», ГК «Росатом», Санкт-Петербург, март 2010.

Ряд положений диссертационной работы принят к использованию на крупных предприятиях энергетического машиностроения.

Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликовано 11 научных работ, в т.ч. 4 работы в научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки. Общий объем публикаций – 3,98 п.л. (личный вклад).

Структура и объем диссертации обусловлены содержанием поставленных научных и практических задач. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка (117 наименований). Основной текст диссертации представлен на 160 страницах, включая 56 таблиц и 14 рисунков.

Во введении представлена общая характеристика диссертационного исследования: обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, определены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проанализирована структура цепей поставок предприятий энергетического машиностроения, выделены основные тенденции развития, а также особенности закупочной деятельности энергомашиностроения с точки зрения возможности принятия наилучшего решения при многих критериях и необходимости учета влияния рисков.

Во второй главе диссертационной работы задача управления закупками формализована как задача нахождения наилучшего решения при многих критериях. В работе дана иллюстрация процедуры построения модели, формат которой позволяет формализовать альтернативы выбора и учесть интересующие логиста риски. В главе показано, как можно при выборе наилучшего решения при закупках товаров для нужд предприятия учитывать все интересующие логиста критерии, проиллюстрировано применение традиционных методов оптимизации к задачам управления логистикой снабжения. При этом выявлена и продемонстрирована проблема, которая возникает при решении таких задач, - так называемый «феномен неадекватного выбора» (когда на выбор никак не могут повлиять некоторые из заданных частных критериев).

В третьей главе разработаны рекомендации и организационный механизм реализации многокритериальных моделей управления закупками и поставщиками с учетом рисков для предприятий энергетического машиностроения. Кроме этого с помощью процедур аналитической иерархии разработаны модифицированные методы оптимизации закупочной деятельности. Определен функционал

контроллинга логистики снабжения и оценена экономическая эффективность предлагаемых организационно-методических решений.

В заключении изложены основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Глава 1. Анализ закупочной деятельности предприятий энергетического машиностроения

1.1. Обзор состояния рынка энергетического машиностроения

Основные тенденции состояния рынка продукции.

Энергетическое машиностроение — отрасль производства и обслуживания промышленного оборудования для генерации и передачи электрической энергии. Глобальный рынок энергетического оборудования оценивается приблизительно в 208 млрд. долл. США. В натуральных показателях объем глобальных вводов составляет порядка 195 ГВт установленной мощности, при этом свыше 50% вводов приходится на Китай (экспертная оценка на конец 2010 г.¹).

Для рынка энергетического машиностроения характерен рост пропорционально глобальному ВВП в долгосрочной перспективе, в краткосрочной – рынок цикличен с периодом в 10-12 лет. Основными факторами цикличности являются цены на электроэнергию, цены на энергоресурсы. Значительная волатильность рынка может быть обеспечена такими факторами, как техногенные и антропогенные катастрофы, масштабные государственные программы, либерализация рынков электроэнергии.

Рынкам развитых стран, таким как США, странам Западной Европы свойственно наличие работ, связанных с модернизацией и реновацией существующего оборудования. Темпы ввода новых генерирующих мощностей в данных странах незначительны. Рынки

¹ World Nuclear Association, Solarbuzz QUARTERLY, China Electricity Council.

развивающихся стран, такие как Китай, Индия, Бразилия, наоборот, характеризуются значительными объемами новых вводов генерирующих мощностей, что гарантирует спрос на реновацию в данных странах в долгосрочной перспективе.

Объем мирового рынка энергомашиностроения по итогам 2010г. оценивается приблизительно в 208 млрд. долл. США. При этом порядка 80% рынка принадлежит лидерам отрасли – General Electric, Siemens, Alstom, МНП, Hitachi, Toshiba. Данные компании имеют широкое географическое присутствие в сегментах с высокой добавленной стоимостью, в том числе в сегменте сервиса и модернизации. Отличительной особенностью бизнес-моделей компаний в последние годы стало наращивание присутствия в сегменте альтернативных источников энергии (АИЭ). Традиционными рынками для данной группы игроков являются страны Западной Европы, США, Канада, Япония, Южная Корея. Финансово-экономический кризис в значительной степени скорректировал планы вводов новых генерирующих мощностей в данных странах, ввиду чего в краткосрочной перспективе для данных рынков будет характерен спрос на услуги сервиса и модернизации, что объясняется входом в цикл реновации мощностей. Для данных рынков в целом характерно четкое регулирование реновационных циклов. Успешный выход российских производителей на данные рынки в ближайшей перспективе представляется маловероятным. Необходимо отметить, что, помимо традиционных рынков, глобальные лидеры стремятся нарастить свое присутствие на наиболее быстрорастущих рынках, таких как Китай, Индия, где ожидается сохранение новых вводов, несмотря на влияние финансово-экономического кризиса, однако в меньших объемах. К прочим игрокам можно отнести динамично развивающиеся компании Китая, Индии, Кореи, такие как Shanghai Electric Group, Dongfang Electric Corp., Harbin Power Equip., Bharat Heavy Electricals Ltd., Doosan.

Как правило, эти компании решают не только задачи создания эффективного бизнеса, но и задачи промышленного развития своих стран. Именно эти компании стремительно наращивают свои производственные возможности, заимствуют и перенимают технологии, ищут возможности для экспорта и усиления своих позиций на мировом рынке. Традиционными рынками для данных компаний являются Китай, Индия, Южная Корея, страны Южной Америки. Необходимо отметить, что ценовую конкуренцию российским производителям на российском рынке, а также рынке СНГ в целом в краткосрочной перспективе составят именно данные производители, активно расширяющие свое географическое присутствие.

Атомная энергетика. Из 103,7 ГВт генерирующих мощностей в атомной энергетике, запланированных к вводу в период 2011-2030 гг., 50,6 ГВт придется на РФ, 53,1 ГВт – на зарубежные страны, в числе которых Армения, Белоруссия, Казахстан, Украина, Болгария, Словакия, Вьетнам, Индия, Китай, Турция и Иран.

В соответствии с прогнозом, с 2011 по 2030 гг. рынок оборудования для АЭ в рамках ГК «Росатом» составит ~ 167 млрд. долл., сервисов (тех.обслуживание и ремонт, ТОиР и продление срока эксплуатации, ПСЭ) ~ 11 млрд. долл. Основными потребителями оборудования и сервисов для объектов атомной энергетики будут выступать структуры ГК "Росатом", представленные концерном "Росэнергоатом" в РФ и дочерними эксплуатирующими организациями ГК – за рубежом.

Тепловая энергетика. Российской рынок тепловой энергетики в долгосрочной перспективе продолжит являться для предприятий ОАО «Атомэнергомаш» прочной опорой бизнеса, способной нивелировать колебания спроса на оборудование и услуги со стороны атомной промышленности.

Прогноз российского рынка тепловой энергетики сформирован на основе данных о функционирующем парке генерирующих объектов единичной мощностью блока ≥ 50 МВт, установленных до 2010 г. включительно, а также на прогнозных объемах ввода новых энергообъектов, приведенных в "Генеральной схеме размещения объектов э/энергетики до 2030 г." и "Сценарных условиях развития электроэнергетики в РФ до 2030 г."

В соответствии с прогнозом, с 2011 по 2030 гг. рынок оборудования для ТЭ в России составит ~ 130 млрд. долл., сервисов (ТОиР и ПСЭ) ~ 68 млрд. долл. Основными потребителями оборудования для объектов тепловой энергетики будут выступать оптовые и территориальные генерирующие компании, в то время как заказы со стороны предприятий добывающей и обрабатывающей отраслей промышленности (в т.ч. металлургических и нефтегазовых компаний) в рассматриваемом диапазоне мощностей будут носить разовый характер.

В рассматриваемом периоде крупнейшими рынками реализации оборудования для объектов тепловой энергетики будут выступать Северная Америка, КНР и Индия.

Благодаря росту установленной базы мощностей и, как следствие, выручки от предоставления сервисного обслуживания, мировой рынок в 2030 г. достигнет показателей 2015 года, несмотря на снижение объемов вводов на треть, обусловленное в значительной степени завершением долгосрочного цикла модернизации национальных энергосистем и увеличением доли других источников электроэнергии (в т.ч. возобновляемых) в мировом энергобалансе.

Нефтегазохимия. В соответствии с прогнозом, с 2011 по 2030 гг. рынок оборудования для НГХ в России составит ~ 199 млрд. долл., услуг интегратора (строительно-монтажные и пуско-наладочные работы) ~ 48 млрд. долл. Основными потребителями оборудования и услуг для

объектов НГХ будут выступать ОАО «Газпром», а также российские вертикально интегрированные нефтяные компании и независимые производители газа.

Основным направлением развития и инноваций в сегменте НГХ станет повышение технических характеристик оборудования по мере совершенствования существующих и развития новых технологических процессов.

Особенностью рынка услуг для НГХ является практически полное отсутствие потребности в сервисном обслуживании по большинству продуктовых групп (исключением являются компрессоры и электротехническое оборудование).

В соответствии с прогнозом, с 2011 по 2030 гг. рынок оборудования для НГХ за рубежом составит ~ 1,64 трлн. долл., услуг интегратора (СМР, ПНР) ~ 0,39 трлн. долл., при этом ключевыми потребителями оборудования и услуг для объектов НГХ, как и в России, будут выступать нефтегазовые компании.

В рассматриваемом периоде крупнейшими рынками реализации оборудования для объектов нефтегазохимии будут выступать Северная Америка, КНР и Ближний Восток.

Конкурентная среда бизнеса. В электроэнергетике к настоящему моменту уже около 40% всех генерирующих мощностей электростанций России выработали свой парковый ресурс. Особенно критично складывается ситуация со старением ГЭС в европейской части России, где за счет гидроэнергетики обеспечивается до 20% всех потребностей в электрической энергии и заполняется значительная часть регулировочного диапазона.

Основным рынком, определяющим развитие энергетического машиностроения, является электроэнергетика. Прогнозные данные по росту потребления электроэнергии, которое задает необходимые темпы ввода генерирующих мощностей, на сегодняшний день содержатся в

следующих документах – «Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 года» (одобренной распоряжением Правительства РФ от 22.02.2008 № 215-р) и «Энергетической стратегии РФ до 2020 года» (утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 28 августа 2003 г. N1234-р), «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» (утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. N1715-р), а также в более глобальном документе – «Концепции долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации» (утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008г. № 1662-р), охватывающей период до 2030 года.

В настоящее время крупнейшими игроками на рынке являются корпорации Siemens, Alstom, General Electric, Westinghouse Electric, ABB.

При этом наибольшей долей на рынке обладает американская корпорация General Electric (GE), покрывающая всю производственную линейку продукции энергетического машиностроения и контролирующая около 24% мирового рынка. Для сравнения: доля всех российских компаний на мировом рынке составляет лишь 2% [110,115].

Для отечественных производителей оборудования энергомашиностроительного комплекса основные тенденции определяются не только в соответствии развитием глобального рынка, но и в соответствии с Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики в РФ до 2020г. определены основные приоритеты развития энергетики России, в частности:

- Опережающее развитие электроэнергетики по сравнению с остальной промышленностью для обеспечения надежного электро- и теплоснабжения потребителей и недопущения инфраструктурных ограничений экономического роста;

- Опережающее развитие сетевой инфраструктуры по сравнению с развитием генерации для устранения сетевых ограничений и повышения эффективности использования существующих генерирующих мощностей, с учетом принципа разумной избыточности и приоритета надежности энергоснабжения потребителей (сохраняется принцип действующей Генеральной схемы);

- Ограничение ввода мощностей и доли в энергобалансе АЭС и ГЭС исходя из возможностей государственной поддержки их сооружения, с учетом их экономической эффективности, включающей затраты на компенсацию экологических последствий, строительство мощностей ГАЭС и затраты на выдачу мощности по линиям электропередачи (отказ от приоритета предельно возможного увеличения доли генерации, не использующей органическое топливо – АЭС и ГЭС);

- Повышение эффективности использования природного газа в электроэнергетике, демонтаж газомазутных паросиловых энергоблоков, отработавших ресурс, и замена их на парогазовые установки, а также преимущественное развитие ПГУ на новых и действующих площадках в пределах прогнозных ресурсов газа для электроэнергетики;

- Замена приоритета увеличения доли ТЭС, использующих твердое топливо, на более взвешенный ориентир: вводы генерирующих мощностей, использующих в качестве топлива уголь, должны осуществляться только там, где они имеют экономические преимущества перед другими электростанциями или где использование угольного топлива диктуется соображениями надежности энергоснабжения потребителей;

- Создание экономических и технологических условий, обеспечивающих повышение конкурентоспособности угольного топлива для электростанций по сравнению с природным газом, в том числе

разработка чистых угольных технологий и создание на этой базе заделных проектов и замещающих энергоблоков для реконструируемых и новых угольных ТЭС;

- Развитие малой энергетики и развитие возобновляемых источников энергии для достижения целевых уровней доли в балансе электроэнергии, установленных Правительством Российской Федерации;
- Снижение удельных расходов топлива при производстве электроэнергии до уровня 286 граммов условного топлива на 1 кВтч путем новых технологий, строительства эффективных газовых станций, разработки новых технологий сжигания угля;
- Повышение экологичности существующей энергетики за счет повышения эффективности работы энергетического оборудования и снижения удельного вреда каждой конкретной станции.

Сценарии развития российского энергетического машиностроения во многом зависят от наличия, уровня и методов поддержки отрасли государством. Анализ перспектив развития отрасли [110,115] показал наличие двух вариантов:

Инерционный вариант – отсутствие целевых мер государственной поддержки отрасли и сохранение текущих тенденций развития отрасли в сложившихся финансово-экономических условиях.

Умеренно-оптимистический вариант – применение целевых мер государственной поддержки отрасли в дополнение к общим механизмам поддержки промышленных производителей, закрепленных в действующем законодательстве.

В настоящее время в отрасли действуют следующие факторы:

- рост внутреннего спроса на продукцию энергетического машиностроения с опережением темпов роста промышленного производства;

- недостаточный объем текущих производственных мощностей для удовлетворения перспективных потребностей внутреннего и внешнего рынков;

- неудовлетворительное состояние и технологический уровень основных производственных фондов, оказывающий непосредственное влияние на качество выпускаемой продукции;

- техническое отставание продукции отрасли, вызванное недостаточными инвестициями в НИОКР по разработке перспективной высокопроизводительной продукции и ключевых комплектующих;

При реализации **инерционного** сценария российское энергетическое машиностроение в ближайшие годы окажется не в состоянии обеспечить российских и зарубежных потребителей современным энергетическим оборудованием в необходимых объемах из-за ограниченности производственных мощностей и невозможности в сжатые сроки привлечь инвестиционные ресурсы для их наращивания.

Потеря зарубежных потребителей приведет к окончательному сворачиванию присутствия российских производителей на внешнем рынке. Более того, при нехватке производственных мощностей российских предприятий энергетического машиностроения, энергокомпании будут вынуждены приобретать зарубежное оборудование (см. рис.1.1.). Это повлечет за собой возникновение потенциально весьма опасной зависимости стабильности работы единой энергосистемы России от поставок зарубежных комплектующих.

Российский рынок продукции энергетического машиностроения может перейти под контроль иностранных компаний, поставив, тем самым, всю энергетическую систему в зависимость от интересов, формируемых за пределами России. Такой вариант развития может негативно сказаться на отечественной электроэнергетике, обеспечивающей, в том числе, национальную и экономическую

безопасность страны, и не соответствует государственной политике развития наукоемких отраслей промышленности.

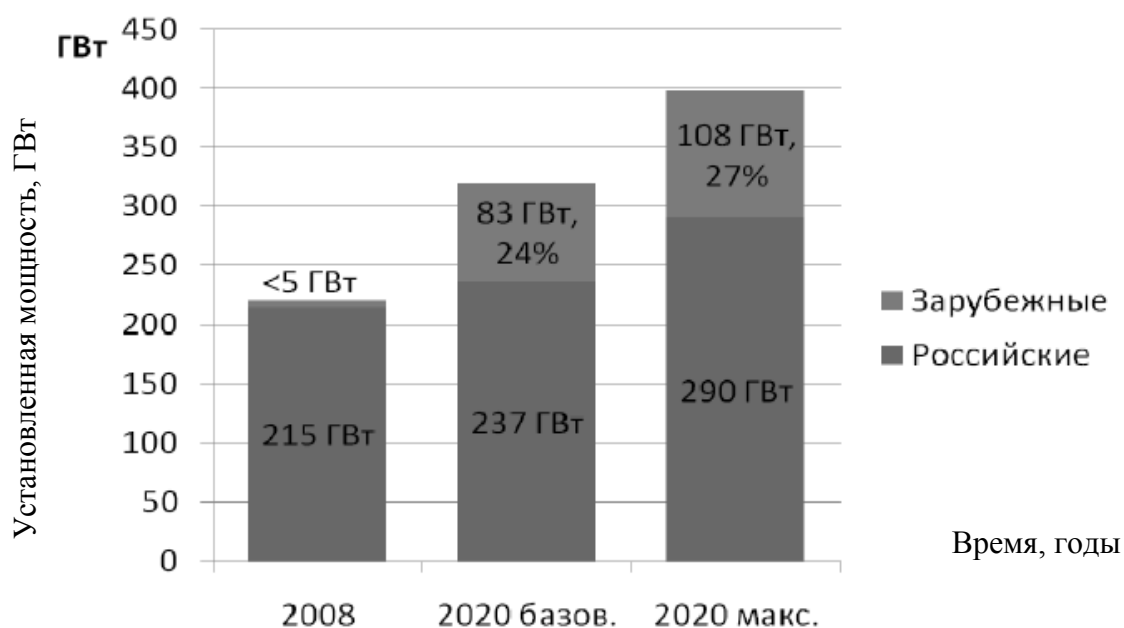


Рис.1.1. Рост доли электростанций российской энергосистемы, основанных на зарубежном оборудовании

Реализация Стратегии **умеренно-оптимистичного сценария развития энергетического машиностроения** и применение мер, направленных на решение системной проблемы – развитие внутреннего и внешнего рынков продукции отрасли, стимулирование инвестиционных и инновационных процессов – позволит отрасли преодолеть наиболее значимые составляющие системной проблемы: недостаток производственных мощностей, техническое и технологическое отставание продукции отрасли, недостаточные объемы инвестиций в обновление основных фондов и НИОКР.

Реализация последовательной государственной политики по формированию условий привлечения ведущих иностранных производителей к производству продукции отрасли на территории Российской Федерации (путём создания совместных предприятий с ведущими мировыми производителями) позволит сократить, а

впоследствии и ликвидировать техническое отставание от ведущих мировых производителей.

Такая стратегия позволит в короткие сроки освоить производство высокотехнологичных комплектующих, повысить уровень выпускаемой продукции до мирового и успешно конкурировать с зарубежными производителями не только на внутреннем, но и на мировом рынке. Государство при реализации данного направления формирует условия, обеспечивающие привлекательность российской экономики для иностранных инвестиций.

В таких условиях интересам отечественной промышленности будет соответствовать сохранение контроля национального бизнеса над активами отрасли, удержание внутреннего рынка продукции энергетического машиностроения, развитие технического уровня продукции и технологии производства, возвращение на внешние рынки.

Следует отметить, что отдельные предприятия отрасли самостоятельно определяют стратегию своего развития, однако принятие единой государственной стратегии позволит им наиболее полно реализовать имеющийся научный, технический и финансовый потенциал.

Подводя итог анализу основных тенденций развития рынка энергетического машиностроения, следует обратить внимание на следующие особенности рынка энергетического машиностроения на данный период:

1. Высокий барьер вхождения на рынок.
2. Устаревшая технологическая база.
3. Влияние и власть поставщиков, как следствие небольшого количества производителей антикоррозионных и котельных марок стали (машиностроительный рынок зависим от металлургической промышленности).

4. Ужесточение требований законодательства по экологии и возникновение у заказчиков потребностей в модернизации оборудования по профилю компании.

5. Сокращение инвестиционных программ в электроэнергетике в результате финансового кризиса.

6. Государственное регулирование рынка. Перспективы развития энергетики РФ, которые определены:
- Стратегией развития атомной энергетики России на первую половину XXI века, одобренной Правительством Российской Федерации 25 мая 2000 г.;

- Энергетической стратегией России на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234-р;

- Федеральной целевой программой «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007 - 2010 годы и на перспективу до 2015 года»

- «Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики до 2020 года» (одобренной распоряжением Правительства РФ от 22.02.2008 № 215-р);

- «Энергетической стратегией России на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. N 1715-р;

- «Концепцией долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008г. № 1662-р, охватывающей период до 2030 года.

7. Высокая стоимость продукции в сравнении с ключевыми конкурентами. Высокий уровень издержек.

Все вышеперечисленные особенности рынка энергетического машиностроения свидетельствуют о том, что предприятиям данной

отрасли необходимо искать резервы для повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности с целью повышения конкурентоспособности выпускаемого оборудования. Одним из многообещающих направлений в поддержании конкурентоспособности предприятий является применение логистических концепций, поскольку одной из основных задач логистики является удовлетворение потребности предприятия в товарах, работах и услугах при оптимальных затратах на их закупку при сохранении требуемого качества.

1.2. Структура цепи поставок предприятий энергетического машиностроения

Цель поставок предприятий энергетического машиностроения представляет собой сложную систему взаимосвязанных бизнес-единиц, объединенную отношением «поставщики - фокусная компания – потребители» в процессе создания и реализации промышленного оборудования для генерации и передачи электрической энергии. Она охватывает процессы преобразования исходных материалов в готовую продукцию, а также процессы грузопереработки, хранения и доставки готовой продукции и материально-технических ресурсов.

Структура поставщиков и потребителей машиностроительной отрасли указывает на центральное положение отрасли в цепи взаимосвязанных вертикально-интегрированных товарных рынков России. Вертикально интегрированные компании представляет собой структуру, объединяющую совокупность предприятий, представляющих единую последовательную технологическую цепочку и созданную для оптимизации и контроля над всем циклом производственного процесса: проектирование оборудования (разработка конструкторской документации), производство оборудования, его транспортировка и продажа. Машиностроительный рынок, как никакой другой, зависим от металлургической промышленности. Наметившийся в последние годы

рост промышленного производства в машиностроительном комплексе напрямую связан с подъемом металлургической промышленности. Наблюдается тенденция покупки акций предприятий машиностроительного комплекса крупными российскими компаниями, прежде всего металлургическими, и компаниями, им подконтрольными. Так, группы «Сибирский алюминий» и ОАО «Северсталь», имеющие большой инвестиционный ресурс, создают вертикально-интегрированные структуры с участием крупных машиностроительных предприятий (ОАО «ГАЗ», ООО «Авиаресурс холдинг», ООО «РусПромАвто», ОАО «Павловский автобус» и ОАО «ЗМЗ», ОАО «УАЗ», соответственно). В вертикально интегрированные компании энергетического машиностроения в России входят скорее не предприятия, добывающие сырье, а производители/поставщики комплектующих материалов. В качестве примера можно привести ОАО «Эм-Альянс», ОАО «Атомэнергомаш», ОАО «Ижорские заводы». Так ОАО «Атомэнергомаш» развивает компетенции в части системной интеграции с целью предложения комплексных решений – ядерный остров, турбинный остров, котельный остров, ветроэнергетическая установка, что является основой конкурентоспособности и основанием для увеличения выручки по проектам. Кроме того, в настоящее время предприятия энергетического машиностроения наращивают компетенции на постпродажной стадии обслуживания в секторе атомной энергетики, в секторе тепловой энергетики и секторе ветроэнергетики.

На рис.1.2. дана иллюстрация цепи поставок предприятий энергетического машиностроения.

В составе данной цепи выделены следующие основные (наиболее значимые звенья):

- поставщики металлопродукции, трубопроводной арматуры, др. материалов. Как уже было отмечено выше, предприятия машиностроения - потребители продукции металлургических

комбинатов. Энергомашиностроение - материалоемкое производство, основную долю материалов занимает металлопродукция различного типа. Также в качестве одного из основных материалов для производства оборудования для атомной и тепловой энергетики является трубопроводная арматура различного ассортимента;

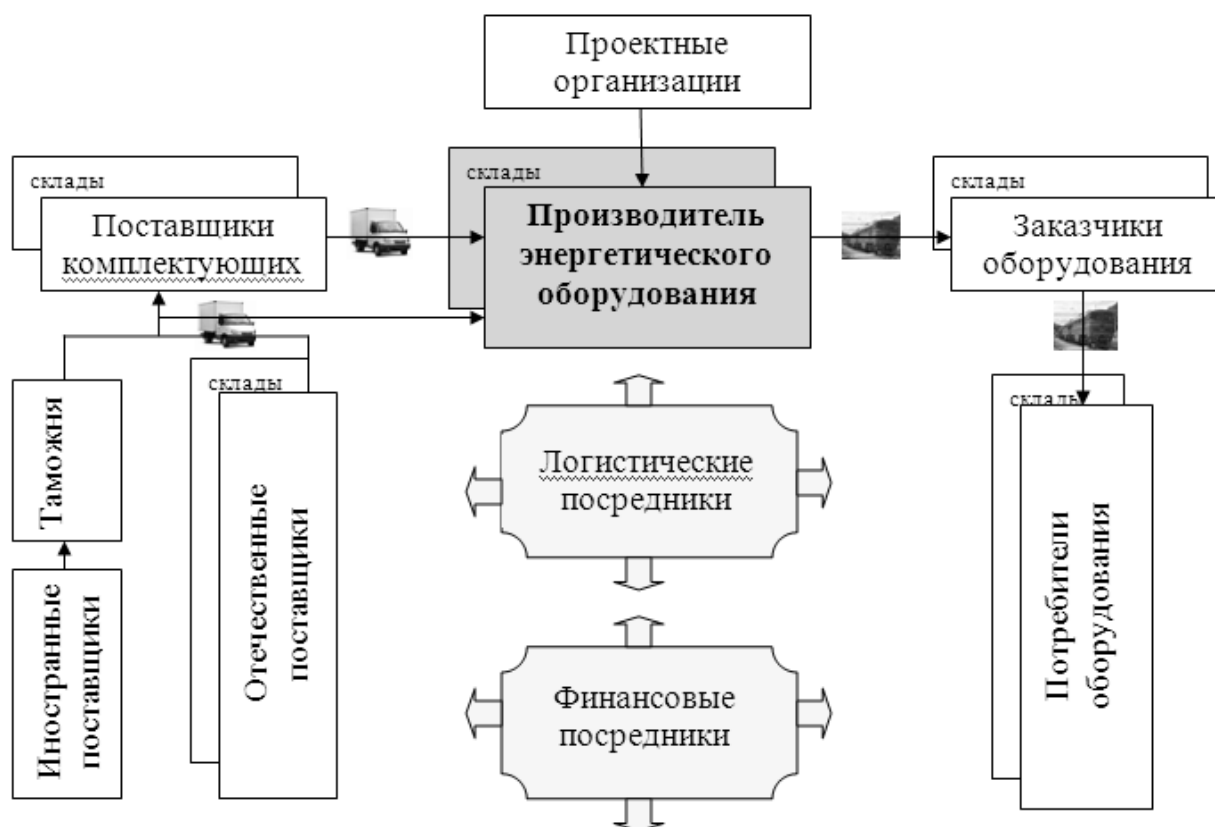


Рис.1.2. Цепь поставок предприятий энергетического машиностроения

- поставщики комплектующих материалов. Это производственные предприятия, которые зачастую входят в одну группу с фокусным предприятием, одними из основных материалов их производства также являются металлоизделия. Отдельно отмечены зарубежные поставщики, т.к. во взаимоотношения вступают государственные органы, регулирующие таможенные отношения. Кроме этого, в связи с тем, что энергетика находится в зоне особого контроля и

регулирования государства, иностранные поставщики для поставки своей продукции на территорию Российской Федерации должны оформить ряд разрешений, и их продукция должна пройти соответствующие процедуры контроля (это соблюдения требований норм, правил и других нормативных документов Российской Федерации; соблюдения требований обязательной сертификации, установленных системой сертификации оборудования, изделий и технологий; наличия положительного опыта применения импортного оборудования, изделий, материалов и комплектующих; исключения ухудшения предусмотренных проектом характеристик (параметров) оборудования и систем, в которых предполагается использование импортного оборудования, изделий и комплектующих; наличия возможности проведения контрольных проверок и оценок качества оборудования, изделий, материалов и комплектующих в процессе изготовления (если оборудование, изделия, материалы и комплектующие были изготовлены к моменту заключения контракта на поставку), а также испытаний у Поставщика);

- проектные организации. Как правило, это проектные институты и инжиниринговые компании, которые разрабатывают проект и рабочую конструкторскую документацию (также часто являются аффилированными с фокусной компанией);

- производители энергетического оборудования. Фокусные компании, являющиеся изготовителями оборудования для атомной, тепловой энергетике, газонефтехимической отрасли, для энергетике на возобновляемых источниках энергии (ветро- и солнечной энергетике);

- заказчики энергетического оборудования (например, Концерн Росэнергоатом, Атомстройэкспорт, ОГК, ТГК, др.). Энергетическая отрасль России такова, что фактически все предприятия, генерирующие энергию, входят в состав крупных холдингов, госкорпораций и т.п. В связи с этим первым потребителем (заказчиком) продукции

машиностроительных предприятий являются головные организации таких холдингов;

- потребители энергетического оборудования (АЭС, ТЭЦ, ГРЭС, др.) – предприятия, генерирующие энергию;

- логистические посредники;

- финансовые посредники.

Совокупность организованных, последовательно упорядоченных перечисленных выше звеньев и образует цепи поставок предприятий энергомашиностроительной отрасли, которые проводят потоки продукции от поставщиков до конечных потребителей.

Внутренняя оптимизация логистики снабжения, балансирование поставок между звеньями цепи поставок и координация с поставщиками по всей цепи создания добавленной стоимости продукции оказывает огромное влияние на финансовые результаты компании. Предметом настоящего диссертационного исследования является оптимизация логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения. В рамках данной работы изучаются проблемы одной из функциональных областей логистической системы - логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения (рис. 1.3). Такой выбор обусловлен следующими факторами.

Во-первых, как уже было указано выше энергетическое машиностроение – материалоёмкое производство, т.е. доля затрат на материалы в себестоимости продукции высока и, как следствие, высокий уровень издержек на закупки материалов.

В связи с тем, что рычаг снабжения оказывает наибольшее, по сравнению с другими рычагами, влияние на рентабельность бизнеса компании, целесообразно осуществлять процедуры оптимизации именно в этом направлении.

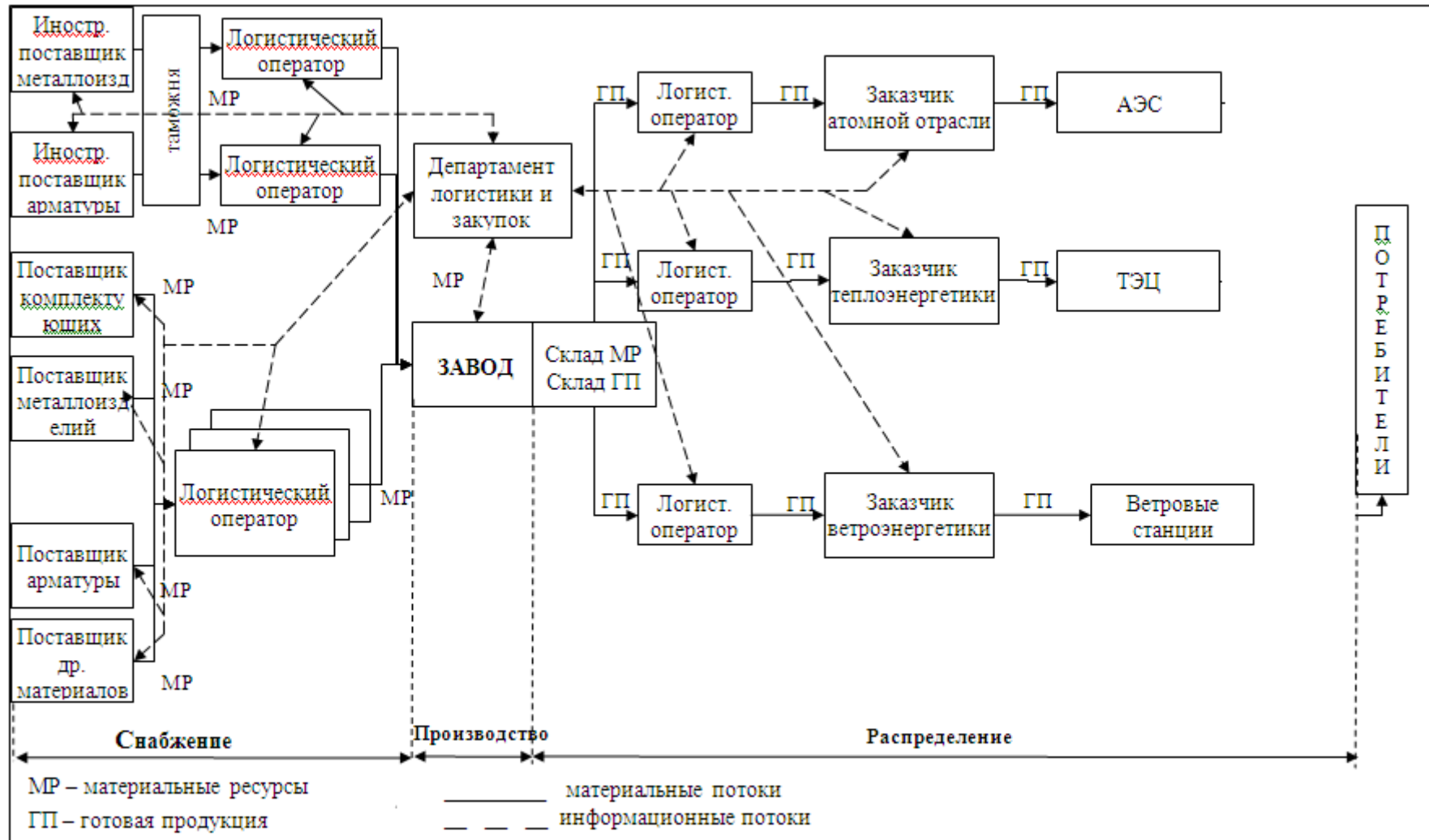


Рис.1.3. Логистическая система предприятия энергетического машиностроения



Во-вторых, предприятия энергетического машиностроения производят оборудования для генерации и передачи электрической энергии. Основным критерием, определяющим возможность энергогенерации, является безопасность эксплуатации энергетического оборудования.

Одним из факторов сбоя в работе оборудования может послужить использование для его изготовления некачественных/бракованных материалов. Кроме прямой угрозы жизни и здоровью обслуживающего персонала, материальных потерь при разрушении дорогостоящего оборудования, аварийные ситуации могут привести к прекращению снабжения потребителей электроэнергией и теплом, что также приводит к появлению новых видов опасности, связанных с нарушением жизнедеятельности человеческого сообщества. Поэтому на предприятиях, производящих энергооборудование, контролю поставляемых материалов уделяется особое внимание.

1.3. Особенности закупочной деятельности на предприятиях энергетического машиностроения

Для закупочной деятельности предприятий энергетического машиностроения характерны специфические особенности, которые оказывают влияние как на стратегию управления закупками, так и на результаты функционирования логистической системы в целом.

К специфическим характеристикам закупочной деятельности энергомашиностроения относятся:

Государственное регулирование деятельности. Предприятия топливно-энергетического машиностроения являются объектом государственного регулирования со времен создания и функционирования Министерства среднего машиностроения СССР (Минсредмаш СССР, МСМ СССР, образовано 26 июня 1953 Указом Президиума Верховного Совета СССР), центрального органа государственного управления СССР,

осуществлявшего функции по управлению атомной отраслью промышленности и обеспечивавший разработку и производство ядерных боезарядов. Это откладывает свои отпечатки на закупочной деятельности вышеназванных предприятий. В частности, для заключения договора с предполагаемым контрагентом, он должен обладать в соответствии с законодательством РФ соответствующими лицензиями и разрешениями (на такие виды деятельности как конструирование оборудования для атомной станции, изготовление оборудования для атомных станций, строительство объектов газового хозяйства, работы, связанные с использованием сведений, составляющих государственную тайну, аккредитация в Системе экспертизы промышленной безопасности и др.). Кроме этого, предприятия, осуществляющие закупки товаров, работ и услуг за счет средств федерального или муниципального бюджета, обязаны исполнять федеральный закон №94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд». Государственные корпорации, государственные компании, субъекты естественных монополий, организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности в сфере электроснабжения, газоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод, утилизации (захоронения) твердых бытовых отходов, государственные унитарные предприятия, муниципальные унитарными предприятия, автономные учреждения, а также хозяйственные общества, в уставном капитале которых доля участия Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципального образования в совокупности превышает пятьдесят процентов, и их дочерние и «внучатые» общества обязаны исполнять федеральный закон N 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц". Данные регламентирующие документы обязывают осуществлять закупки и выбирать поставщика по установленным правилам. Конечно, целями регулирования этих законов являются обеспечение единства

экономического пространства, создание условий для своевременного и полного удовлетворения потребностей предприятий в товарах, работах, услугах с необходимыми показателями цены, качества и надежности, эффективное использование денежных средств, расширение возможностей участия в закупках и стимулирование такого участия, развитие добросовестной конкуренции, обеспечение гласности и прозрачности закупки, предотвращение коррупции и других злоупотреблений. Но всегда ли обосновано проведение торгов? В настоящее время предприятия проводят огромное количество закупочных процедур. По существующим регламентирующим документам при проведении одной процедуры необходимо оформить не менее 15 документов. Один отдел торгов с численностью в 5 человек собирает до 4 500 подписей в месяц. Трансакционные издержки на проведение торгов велики. Другой пример, нормативные документы указывает в настоящее время на стоимость товара как на основной критерий выбора контрагента. Действительно, при закупке простой однородной продукции, давно существующей на рынке, цена может быть использована в качестве основного критерия. При закупках сложного оборудования, услуг, подрядных работ (особенно при закупках работ «под ключ») требуется более широкий спектр критериев. При этом наибольшие веса должны порой иметь такие критерии как качество товара, работ, услуг; наличие квалифицированных кадров; опыт и др. Для решения вопроса о целесообразности проведения той или иной закупочной процедуры необходимо серьезное обоснование.

Длительный цикл изготовления. Производство энергетического оборудования – процесс сложный и длительный. Это производство с длительным циклом порой занимает несколько лет – два, три года, поэтому важно основательно отстроить цепочку отношений с поставщиками сырья и материалов, иметь предсказуемую картину по тарифам на железнодорожные перевозки, другие услуги естественных монополий (на электричество, на первичное сырье, газ).

Нужно развивать не только систему долгосрочных контрактов между энергетическими компаниями и производителями оборудования, но и работать над системой долгосрочных контрактов по всей производственной цепочке, завязанной на энергомашиностроение, а это и поставщики топлива, и железорудной, и металлургической продукции. Необоснованный, резкий всплеск в одном из звеньев в итоге ведёт к увеличению стоимости конечной продукции и к снижению конкурентоспособности отрасли.

Рынок поставщиков продукции. Влияние и власть поставщиков, как следствие небольшого количества производителей антикоррозийных и котельных марок стали; недоступность товаров-заменителей; относительная незначимость производителя для поставщиков; важность продуктов поставщиков для производителя. Таким образом, поставщики металлопродукции могут влиять на деятельность компании. Поставщики могут отказаться работать с компанией или, например, установить чрезмерно высокие цены на уникальные ресурсы. Рыночная власть поставщиков влияет на цены и качество поставляемых продукции и услуг.

Рост конкурентного давления со стороны зарубежных производителей в части ценового предложения. Необходимы шаги в направлении оптимизации себестоимости и снижения издержек. Прежде всего, это действующая программа снижения себестоимости. Поскольку материальные затраты занимают существенную долю в себестоимости энергетического оборудования, то одним из основных направлений деятельности должна быть оптимизация закупок товаров, работ и услуг, эффективная работа на рынке поставщиков, снижение материалоемкости производства.

Нестандартные габаритные размеры. Зачастую габариты оборудования энергетического машиностроения не являются типовыми. В связи с этим возникают сложности перевозки изготавливаемой продукции.

Это требует поиска специальной транспортной компании и разработки специальных маршрутов перевозки.

Широкий ассортимент закупаемых материалов и комплектующих. Классификационный справочник производственных предприятий энергетического машиностроения может содержать в себе более 30 тысяч наименований закупаемых товаров. Это приводит к повышению сложности управления закупочной деятельностью, как в части управления закупками, так и в части управления поставщиками.

Большое количество контрагентов в снабжении. Справочник контрагентов предприятий энергетического машиностроения может насчитывать более тысячи поставщиков поставляемых материалов. Ввиду обширности географии, их расположения и степени удаленности от производства, возникают сложности доставки продукции в части оптимального выбора перевозчика, исполнения договорных обязательств в части сроков их исполнения и др.

Приведенные в данном разделе проблемы логистики снабжения предприятий энергетического машиностроения подчеркивают, что сложность задачи управления закупками повышается из-за наличия специфических характеристик производственного процесса, круга поставщиков сырья и материалов для машиностроительного производства, уровня конкуренции на рынке, нормативно-правового регулирования деятельности и необходимости учета многих критериев в условиях риска.

В качестве выводов по первой главе диссертационной работы можно сказать следующее:

Энергетическое машиностроение - динамично развивающаяся отрасль с возрастающим спросом, высоким барьером вхождения на рынок и потребностью оптимизировать производственный процесс с целью повышения конкурентоспособности выпускаемого оборудования.

Одним из перспективных направлений в поддержании конкурентоспособности предприятий является оптимизация логистики снабжения, поскольку одной из основных задач логистики является обеспечение предприятия в товарах, работах и услугах при оптимальных затратах на их закупку при сохранении требуемого качества выпускаемой продукции для удовлетворения запросов потребителей.

При осуществлении хозяйственной деятельности предприятий энергетического машиностроения важно учитывать возможные негативные последствия внешних факторов макроэкономической среды, а также риски, возникающие при взаимодействии с поставщиками и посредниками в логистических каналах закупок. Эти риски многочисленны и разнообразны. Это риски, с повышением цен на товары, колебания курса валют, логистические риски, связанные с доставкой, грузопереработкой, таможенными операциями, нестабильность качества поставляемых товаров (что имеет особую актуальность для предприятий, производящих энергооборудование), монополизм поставщика, нарушение договорных обязательств и др.

Вышеназванные особенности требуют оценки и принятия управленческих решений с целью оптимизации логистики снабжения предприятия и деятельности компании в целом.

Глава 2. Особенности задач управления закупками на рынке энергетического машиностроения как задач многокритериальной оптимизации

2.1. Особенности задач управления закупками. Обзор методов оптимизации при многих критериях с учётом рисков

Под закупкой в настоящей работе понимается приобретение предприятием, организацией, учреждением товаров, работ и услуг на основе договора (вне зависимости от того, оформляется ли документ под названием «договор», или нет), т.е. на основании двух- или многосторонней сделки.

В законодательстве Российской Федерации установленное определение понятий «товары», «работы», «услуги» отсутствует. В соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации принято считать, что товары – это материальные предметы, которые могут быть измерены в физических величинах (килограммах, метрах, калориях и т.д.), работа – действия, имеющие целью преобразование материальных объектов, результат работы всегда материален (например, строительные работы). Услуги – действия, непосредственно не связанные с объектами в материальной форме, и основной их целью является не результат деятельности, а сама деятельность (информационные, консультационные и т.д. услуги). Вместе с тем, в российском праве существует понятие «транспортные услуги» (перемещение грузов), а также «проектно-исследовательские работы», «научно-исследовательские работы». В международной практике трактовка несколько иная. Так, Типовой закон ЮНСИТРАЛ «О закупках товаров, работ и услуг», принятый на 27 сессии ЮНСИТРАЛ (Комиссии ООН по праву международной торговли) в Нью-Йорке в 1994 году [116] трактует товары, работы и услуги следующим образом (статья 2): «...с) «товары» означают предметы любого вида и описания, в том числе сырье, изделия, оборудование и предметы в твердом, жидком или газообразном состоянии, электрическую энергию, а также

услуги, сопутствующие поставкам товаров, если стоимость таких сопутствующих услуг не превышает стоимости самих товаров.....; d) «работы» означают любую работу, связанную со строительством, реконструкцией, сносом, ремонтом или обновлением здания, сооружения или объекта, в том числе подготовку строительной площадки, выемку грунта, возведение, сооружение, монтаж оборудования или материалов, отделку и отделочные работы, а также сопутствующие строительные услуги, такие, как бурение, геодезические работы, спутниковая съемка, сейсмические исследования и аналогичные услуги, предоставляемые в соответствии с договором о закупках, если стоимость этих услуг не превышает стоимости самого строительства; e) "услуги" означают любой предмет закупок помимо товаров (работ)...». Аналогично определяла понятие «работ» Директива 93/38/ЕЕС: «Работа» означает результат строительной деятельности, взятой как единое целое, которая предназначена для выполнения экономической и технической функции». Стандарт ГОСТ Р ИСО 9000 (пункт 3.4.2) дает определение продукции, неприменимое для закупочной деятельности напрямую, однако согласующееся с используемым в данной работе.

Обеспечение субъекта хозяйственной деятельности товарами, работами и услугами называют по-разному в зависимости от специфики и традиций, сложившихся в разных отраслях экономики в разное время, а также в зависимости от национальных особенностей. Это такие термины как «закупки», «снабжение», «сорсинг», «закупочная деятельность», «управление закупками», «материально-техническое обеспечение», «логистика «на входе». Единого мнения по указанным определениям не существует, сегодня они являются тождественными. За рубежом сфера деятельности по обеспечению организаций необходимой продукцией (работами, услугами) традиционно называется Purchasing/Procurement. Во времена СССР в масштабе всей страны было организовано **материально-техническое снабжение** как единая межотраслевая система,

обеспечивающая материальными ресурсами предприятия независимо от их ведомственного подчинения. Большая советская энциклопедия трактует термин материально-техническое снабжение как процесс планового распределения и организации обращения средств производства, включающий реализацию выпускаемой предприятиями продукции производственно-технического назначения и обеспечение ею потребителей [111]. При этом работы и услуги предметами МТС не признавались.

Профессора Д.Дж.Бауэрсокс и Д.Дж.Клосс разделяют понятия **«материально-техническое обеспечение производства»** (удовлетворяет собственные «управляемые» потребности производства, в отличие от «физического распределения», которое удовлетворяет нужды и запросы потребителей) и **«снабжение»** (закупки и организация внешних поставок материалов от поставщика – логистика «на входе»). В зависимости от ситуации приобретения ресурсов обозначают разными наименованиями: закупки, снабжение, логистика «на входе»[2].

Кеннет Лайсонс и Майк Джиллингем процесс, выполняемый организационной единицей, которая в качестве функции или части интегрированной цепи поставок отвечает за получение материалов требуемого качества в требуемом количестве в требуемое время и по требуемой цене, и за управление поставщиками, тем самым внося свой вклад в конкурентное преимущество предприятия и реализацию корпоративной стратегии, называют **закупочной деятельностью**. На практике сегодня крупные коммерческие предприятия используют именно этот термин «закупочная деятельность». Подтверждение тому сложившаяся в Российской Федерации практика: система нормативных документов крупных российских предприятий (например, Стандарты по организации закупочной деятельности ОАО РАО "ЕЭС России" [114], Единый отраслевой стандарт закупок Госкорпорации «Росатом» [117] и др.). Такие авторы как Кеннет Лайсонс и Майк Джиллингем указывают, что снабжение - это более широкий термин, чем закупочная деятельность.

Снабжение, с их точки зрения, не только приобретение товаров и услуг в обмен на денежные средства или иной эквивалент, но и процесс получения товаров и услуг другими способами, в том числе заимствование, взятие в лизинг, а также силой или путём изъятия [30]. С авторами можно поспорить, т.к. займ и лизинг (финансовая аренда) согласно законодательства РФ и других развитых имеющих гражданское (торговое) законодательство стран - это возмездные многосторонние сделки как и купля-продажа. Что касается получение товаров (услуг) силой, то вероятно это неточности перевода, т.к. такие действия являются противоправными. Изъятие же в рамках законодательства возможно по решению правоохранительных органов и не может рассматриваться как процесс обеспечения организаций товарами, работами и услугами.

Российские ученые В.И.Сергеев и И.П.Эльяшевич процессы управления закупками и взаимоотношениями с поставщиками, связи и взаимодействия с другими отделами компании, потребностями и запросами конечных потребителей, планирования и разработки новых закупочных схем и методов относят к стратегической стороне **снабжения**. В то время, как в тактическом (оперативном) плане к снабжению относят ежедневные операции, традиционно связанные с закупками и направленные на избежание проблем, связанных с отсутствием необходимого предмета снабжения (материальных ресурсов или готовой продукции) [76].

В некоторых американских источниках для обозначения снабженческой деятельности применяется термин «материальный менеджмент» (Material Management). За рубежом используется также термин «снабженческий менеджмент», под которым понимается планирование и контроль всего входящего материального потока.

Предприятия в рамках обеспечения финансово-хозяйственной деятельности осуществляют закупки товаров, работ и услуг. Показатели, связанные с эффективным ведением закупочной деятельности, в настоящее время играют в списке целей компании заметную роль, вес

которой зависит от характера бизнеса. Список целей подразделений закупки зависит от отрасли, корпоративной и логистической стратегии компании. При выборе стратегии управления закупками сегодня лицо, принимающее решение (далее ЛПР), должно руководствоваться сразу множеством критериев. К ним могут относиться снижение издержек, обуславливаемых поставками товаров, хранением товаров, минимизация средств, замороженных в запасах товаров, обеспечение требуемого качества продукции, логистического сервиса, минимизация закупочных цен, повышение оборачиваемости товарного запаса, улучшение условий оплаты от поставщиков, соблюдение сроков и стоимости поставки товаров на склад, точное выполнение спецификации заявки поставщиками и др. В теории принятия решений при многих критериях их называют частными. Частные критерии могут быть также обусловлены дополнительными требованиями снижения различных рисков для соответствующих цепей поставок. Факторы риска, которые требуется учитывать, весьма разнообразны: они могут быть обусловлены просрочкой поставки товара, потерями качества товара, штрафами, непредвиденными пошлинами вследствие неверного таможенного оформления и др. При решении задач с учетом рисков оказывается, что из-за влияния не зависящих от ЛПР случайных воздействий или факторов конечный экономический результат заранее не определен. При этом, когда говорят о принятии решения в условиях риска, то подразумевается, что соответствующие вероятностные показатели или статистические данные, характеризующие такие возможные случайные воздействия, известны.

В данной работе задачи управления закупками будут формализованы как задачи принятия решений при многих критериях в условиях риска. Будет дана иллюстрация возможностей решения задач указанного типа на основе метода дерева решений. Атрибуты соответствующего подхода представлены в [4]. Ниже рассматривается

ситуация, когда учет рисков соответствует концепции производственных рисков [5]. Это означает, что каждый фактор риска характеризуется показателем соответствующих ожидаемых издержек/потерь. Для оптимизации закупочной деятельности на примере выбора поставщика трубопроводной арматуры (как одной из основных номенклатурных групп по доле затрат в себестоимости продукции предприятий энергетического машиностроения) рассмотрены:

- методики учета множества критериев при выборе наилучшего решения в закупках материальных ресурсов для нужд предприятия;
- методики управления закупочной деятельностью в условиях риска.

Общий алгоритм выбора поставщика представлен на рис.2.1.

Методы оптимизации при многих критериях освещены в работах таких авторов, как Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т., Г.Л.Бродецкий, Вилкас Э.Й., Емельянов С.В., Жуковин В.Е., К.Керис, Кини Р., О.И.Ларичев, Майминас Е.З., Райфа Х. , Руа Б., Т.Саати, Фишберн П., Е.В.Шикин, А.Г.Чхартишвили,. В частности, в работах Г.Л.Бродецкого разработан подход к оптимизации решений при многих критериях с учётом рисков.

Одним из наиболее эффективных методов выбора наилучшего решения при многих критериях с учётом рисков является метод дерева решений [4, 5]. Использование метода дерева решений позволяет:

- 1) в простом и удобном, наглядном и доступном для понимания виде формализовать задачу выбора наилучшего решения;
- 2) синтезировать в одной схеме все случайные факторы, которые ЛПР требует учесть в формате оптимизационной модели;
- 3) синтезировать в одной схеме все варианты и специфические особенности альтернативных решений, которые ЛПР планирует анализировать в формате оптимизационной модели;

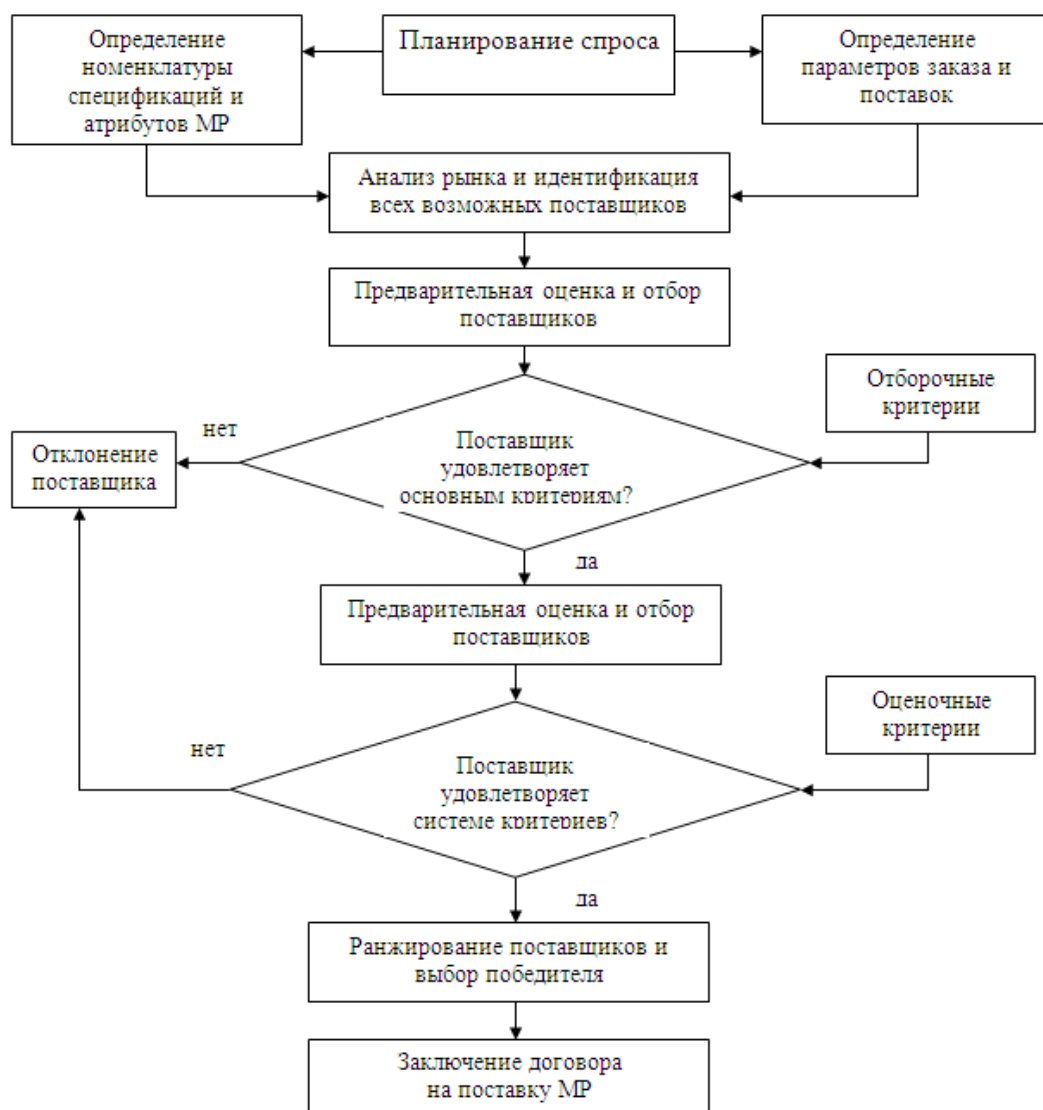


Рис.2.1. Алгоритм выбора поставщика

4) выбрать концепцию, в формате которой будет учитываться отношение ЛПР к риску при нахождении наилучшего решения.

Атрибуты метода дерева решений (в формате задач оптимизации при многих критериях). Метод дерева решений реализуется на основе использования специального инструмента, позволяющего представить структуру анализируемых альтернатив и специфику воздействия внешних связей в виде графа, который является «деревом», т.е. не имеет циклов. Такое дерево представляют набором вершин и ребер/дуг, причём циклы в соответствующем графе, как уже

отмечалось, отсутствуют. Для удобства интерпретации выделяются три типа вершин – прямоугольные, круглые и концевые. Вершинами прямоугольного типа представляют ситуацию, в формате которой решения принимаются непосредственно самим ЛПР для выбора одной из доступных альтернатив (они будут исходящими из такой вершины ребрами). Вершинами круглого типа представляют ситуации, в формате которых требуется учесть возможные случайные сценарии, соотнесённые с такой вершиной и влияющие на дальнейшую траекторию развития процесса реализации конечного экономического результата. Концевыми вершинами отмечаются события или ситуации, для которых конечный результат представляется конкретным числовым значением или описывается известным вероятностным распределением.

Анализ и выбор наилучшего решения на основе указанного метода подразумевает предварительную реализацию процедур параметризации дерева решений. Они реализуются именно для рёбер, выходящих из вершин круглого типа. Таким рёбрам ставятся в соответствие известные вероятности для учитываемых в рамках рассматриваемой модели сценариев возможного вмешательства случая: развития траектории процесса реализации конечного экономического результата. На дереве решений соответствующие вероятности соотносятся с указанными ребрами. При использовании метода дерева решений ЛПР само может указывать, какие факторы риска и какие сценарии должны быть учтены, а какими можно пренебречь. Такие решения определяют структуру графа. Далее процедуры оптимизации решения в условиях риска оформляются в виде чередующихся процедур двух типов: процедур свертки и процедур блокировки.

При этом процедуры свертки реализуются именно для вершин круглого типа соответствующего дерева решений, а затем для круглых вершин, за которыми следуют концевые вершины с конкретным численным результатом. Суть указанных процедур свертки – заменить

заданные распределения вероятностей случайного конечного результата анализируемой альтернативы (применительно к соответствующей круглой вершине) на соотносимый с этой вершиной набор параметров, который должен быть достаточным для принятия решения. Например, при нейтральном отношении к риску используется один параметр. В задачах управления рисками в логистике это средние ожидаемые потери из-за фактора риска. Соответствующий критерий называют EVC-критерием (expected value criterion). Соответствующую концепцию (подход к учету рисков) в теории риска относят к оптимизации производственных рисков. В более общем случае потребуется учет показателя среднего квадратического отклонения для анализируемых случайных потерь (в формате классического подхода теории риска этот показатель выступает мерой оценки риска). Критерий учета фактора риска в данном случае называют MVC-критерием (mean variance criterion), а концепцию (подход к учету рисков) в теории риска относят к оптимизации коммерческих рисков. В формате такого подхода учитываются не только средние ожидаемые показатели потерь, но и ожидаемый «разброс» их значений. Требуемые в соответствии с принятым критерием (и принятой концепцией учета рисков) параметры должны быть найдены и «приписаны» к каждой круглой вершине дерева решений.

Процедуры блокировки в рамках метода дерева решений реализуются для вершин прямоугольного типа. При этом они реализуются пошагово: на каждом отдельном шаге — только для тех вершин прямоугольного типа, для которых каждой имеющейся альтернативной возможности развития траектории процесса реализации конечного результата (исходя из такой вершины) уже сопоставлен соответствующий набор параметров и показателей, характеризующих такую альтернативную возможность. Незаблокированной остается только альтернатива с наилучшим показателем баланса между риском и ожидаемым доходом. Соответствующий баланс формализуется на основе конкретного критерия

выбора. В частности, при нейтральном отношении к риску (критерий EVC) будет выбрана альтернатива с наибольшим средним ожидаемым доходом / прибылью (несмотря на возможное очень большое отклонение для конечного результата издержек / потерь).

Метод дерева решений может быть использован менеджером в контексте задач многокритериальной оптимизации систем логистики, когда хотя бы один из частных критериев связан с управлением рисками в цепях поставок. В этом случае этот метод подразумевает реализацию следующих операций.

1. Построение дерева решений для задачи управления рисками анализируемой цепи поставок (на основе учета воздействия соответствующих случайных факторов).

2. Соотнесение параметров исходной задачи и оценок всех частных критериев с параметрами и оценками, приписываемыми к ветвям и к вершинам дерева решений (процедуры параметризации для построенного дерева решений). При этом каждая анализируемая альтернатива будет представлена вектором оценок/параметров в пространстве издержек/потерь (пространство значений частных критериев).

3. Реализация процедур свертки и блокировки. Они позволяют учитывать отношение ЛПР к риску отклонения оценок частных критериев и важность таких оценок. При этом процедуры свертки реализуются применительно к оценкам каждого частного критерия, а процедуры блокировки реализуются с учетом критерия выбора решений в пространстве издержек / потерь.

4. Выбор наилучшего (оптимального) решения для анализируемого звена (звеньев) цепи поставок с учетом заданного отношения к риску изменения оценок частных критериев и предпочтений ЛПР в пространстве значений частных критериев.

В задачах **многокритериальной** или векторной оптимизации, когда для нахождения оптимального решения требуется учитывать одновременно

ряд целей, условий или критериев (возможно и противоречивых), известны многие подходы к нахождению наилучшего решения (выбор по минимаксному критерию, выбор по обобщенному минимаксному критерию, выбор по методу взвешенных оценок частных критериев, выбор по обобщенному скалярному критерию, выбор по критерию среднего геометрического, выбор по методу идеальной точки, и др. [5]).

Применительно к предмету настоящей работы были использованы следующие методы: выбор по минимаксному критерию, выбор по методу взвешенных оценок частных критериев, выбор по обобщенному скалярному критерию, выбор по критерию среднего геометрического, выбор по методу идеальной точки [5,16]. Указанные подходы к определению наилучшего решения при многих критериях были реализованы в специальном формате представления задачи оптимизации. А именно, такой формат должен учитывать конечное число альтернатив. Это может быть обусловлено конечным числом предполагаемых поставщиков, конечным числом вариантов перевозки товаров, конечным числом видов используемого транспорта и т.д. При этом формат задачи оптимизации реализуется матричным представлением: по строкам – альтернативы выбора; по столбцам – показатели частных критериев.

Выбор по методу минимаксного критерия. Метод минимаксного критерия заключается в сравнении для анализируемых альтернатив наихудших их показателей среди всех частных критериев (по строкам матрицы значений частных критериев). При этом среди таких наихудших показателей выбирается наилучший.

Выбор по методу взвешенных оценок частных критериев. При использовании этого метода каждому частному критерию ЛПР сопоставляет свой весовой коэффициент (по степени важности). Наилучшей является альтернатива с наименьшим средневзвешенным показателем среди всех частных критериев (когда все частные критерии минимизируются).

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. В формате данного метода ЛПР определяет весовые коэффициенты для показателей частных критериев по специальной формуле, которая позволяет менеджеру нацелить выбор на так называемую утопическую точку. Особенностью данного метода, как и метода обобщенного минимаксного критерия, является ориентация выбора на утопическую точку, т.е. ориентация выбора на наилучшие показатели частных критериев.

Выбор по методу критерия среднего геометрического. В формате этого метода для каждой альтернативы нужно найти показатель среднего геометрического значения по всем оценкам частных критериев. Среди этих показателей выбирается наименьший (при минимизации частных критериев). Он указывает на наилучшее решение. Выбор не изменится, если вместо указанного показателя ЛПР будет использовать показатель произведения всех значений частных критериев для каждой альтернативы. Соответственно, такой критерий выбора также называют критерием произведений.

Выбор по методу идеальной точки. Для реализации метода указывается «утопическая точка» УТ (точка с наилучшими координатами/показателями частных критериев, обычно задаёт ЛПР в виде желаемых значений показателей всех частных критериев). При этом, как правило, ЛПР выбирает на практике сочетание наилучших значений всех имеющихся частных критериев, и такая задаваемая утопическая точка не реализуется при заданных ограничениях для допустимых решений (отсюда и соответствующее её название). Для каждой альтернативы определяется «расстояние» до УТ. Наименьшему расстоянию от УТ соответствует наилучшее решение.

2.2. Применение методов многокритериальной оптимизации в управлении закупками

Атрибуты модели выбора наилучших решений при оптимизации закупок. Анализируемая ниже модель представлена на примере закупок трубопроводной арматуры (далее – ТПА) отечественного производства. В формате такой модели задача выбора наилучших решений в условиях риска может быть представлена как многокритериальная задача со следующими частными критериями:

- Частный критерий **С** – *стоимость* закупки товара (этот показатель минимизируется);
- Частный критерий **Д** – *издержки доставки* товара (этот показатель также минимизируется);
- Частный критерий **З** – *средние ожидаемые потери в результате задержки* поставки товара (показатель минимизируется).

Примечание: к этим ожидаемым потерям в зависимости от специфики модели и требований ЛПР могут относиться штрафы за задержку начала выполнения работ, связанную с непоступлением необходимого для этих работ товара; оплата простоя производственным работникам; оплата суточных водителям и расходы на платные стоянки при задержке отгрузки товара; складские расходы при отказе от выполнения работ, когда товары ложатся на склад; административные расходы на разрешение рискованной ситуации (претензионная работа, телефонные переговоры, командировки); расходы, связанные с изменением производственных графиков и др.

- Частный критерий **П** – *издержки, связанные с просрочкой* платежа (показатель минимизируется);
- Частный критерий **Б** – *издержки, связанные с поставкой бракованных или некачественных товаров* (показатель минимизируется).

Примечание: к ним относятся, например, затраты на доработку товаров; затраты, связанные с возвратом товара поставщику в случае

несвоевременного обнаружения брака; затраты по простую подрядной организации из-за отсутствия материалов и невозможности в связи с этим начать работу в срок и др.

Представим атрибуты типичной для сегодняшнего дня оптимизационной модели указанного типа на содержательном\ вербальном уровне. В модели рассматривается ситуация, когда производственному предприятию «XYZ» требуется закупить трубопроводную арматуру заданного объема. Оно может осуществлять закупку как у посредника, так и у изготовителя. При этом доставку можно осуществлять самовывозом или транспортом поставщика (с учетом его условий). Требуется определить наилучшее решение, оптимизирующее закупки ТПА. Оно включает выбор: 1) посредника или изготовителя; 2) поставку самовывозом или с использованием транспорта поставщика.

Подчеркнем, что закупка у изготовителя чаще всего позволяет минимизировать цену товара, но такому решению, как показывает опыт и статистика, будет сопутствовать больший брак. Закупка у посредника дает комплекс услуг: от процессов поставки и до процессов проведения приемочных испытаний трубопроводной арматуры, что позволяет рассчитывать на меньший брак, однако при этом цена товара будет выше цены изготовителя. Самовывоз продукции требует наличия как транспортных единиц, так и штата работников, управляющих транспортом. Кроме этого, издержки доставки могут быть увеличены в результате задержки отгрузки поставщиком, поломки транспортного средства и др. Если доставка осуществляется силами поставщика, то издержки по доставке остаются постоянными. Как видим, частные критерии, представленные выше, могут и противоречить друг другу.

Формализация частных критериев при оптимизации закупок.

Далее анализируются следующие четыре альтернативы:

ИС - закупка будет осуществлена у *изготовителя* посредством доставки *самовывозом*;

ИП - закупка будет осуществлена у *изготовителя* с доставкой транспортом *поставщика*;

ПС - закупка будет осуществлена у *посредника* посредством доставки *самовывоза*;

ПП - закупка будет осуществлена у *посредника* с доставкой транспортом *поставщика*.

Если A_i - анализируемые альтернативы (их множество конечно и представлено выше), то в формате такой модели задача выбора наилучших решений может быть представлена как многокритериальная задача:

$$\{C(A_i) \rightarrow \min; D(A_i) \rightarrow \min; Z(A_i) \rightarrow \min; П(A_i) \rightarrow \min; Б(A_i) \rightarrow \min\}$$

причем минимизация достигается за счет выбора альтернативы.

В общем случае при решении задач указанного типа менеджер может рассматривать и любые другие доступные варианты решений, поскольку ЛПР само вправе принимать решение. Для удобства иллюстрации специфики задач выбора наилучших решений с учетом рисков при многих критериях примем, что учитываемые риски обусловлены только следующими факторами: случайными задержками поставок; случайной просрочкой платежа; случайными потерями из-за брака. Рассматриваемые сценарии и вероятности их наступления (для случайных событий, соотносимых с задержками поставок, просрочек платежа, возможного брака) формализуются на основе статистического материала. Уточним структуру показателей анализируемых частных критериев.

Показатели частных критериев, соотносимых со стоимостью закупки и издержками доставки товара (критерии С и Д) следующие:

- 1) стоимость закупки у изготовителя составляет 5000 тыс. у.е. за всю партию товара, а у посредника 5050 тыс. у.е.;
- 2) стоимость транспортных расходов составляет 16,3 тыс. у.е. самовывозом и 25,1 тыс. у.е. транспортом поставщика.

Прежде чем уточнить показатели частного критерия **З**, соотносимого с издержками в результате задержки поставки, отметим, что задержки могут быть критическими (**ЗК**) и некритическим (**ЗН**). При критических задержках поставки возникают затраты на простой основных производственных работников, перевод их на другую работу; затраты на претензионную работу, включая связь и переписку; сбой графика производства; нарушение обязательств перед контрагентами. При поставке самовывозом возникают дополнительные расходы на двойную оплату труда и командировочные водителю, экспедитору. Приведем соответствующие статистические данные о частоте наступления указанных выше событий:

1) С вероятностью 0,3 при поставке от производителя и с вероятностью 0,45 при поставке от посредника задержки будут критическими и приведут к потерям в размере 40 тыс. у.е. на заданный объем закупки. При этом в условиях самовывоза вероятность критической задержки составляет 0,2 при поставке от производителя и 0,35 при поставке от посредника и к вышеуказанным потерям прибавятся косвенные (переменные) издержки в размере 7 тыс. у.е.

2) С вероятностью 0,7 при поставке от производителя и с вероятностью 0,55 при поставке от посредника задержки будут некритическими и приведут к потерям в размере 9 тыс. у.е. на заданный объем закупки. При этом в условиях самовывоза вероятность некритической задержки составляет 0,8 при поставке от производителя и 0,65 при поставке от посредника и к вышеуказанным потерям прибавятся косвенные (переменные) издержки в размере 3 тыс. у.е.

Уточним атрибуты модели, относящиеся к показателям частного критерия **П**, соотносимого с издержками из-за просрочки платежа. При исполнении договорных условий предприятие по разным причинам сталкивается с необходимостью оплаты поставки после указанного в договоре срока. Это влечет за собой риск уплаты неустойки за просрочку

оплаты поставки. Фактор просрочки платежа может быть критический (ПК) и некритический (ПН). В модели принимается, что при критической просрочке платежа размер потерь составит 250 тыс. у.е., при некритической – 35 тыс. у.е.

При этом вероятностные характеристики случайной просрочки платежа приняты следующие (на основе соответствующих статистических данных):

Критическая/некритическая просрочка платежа - 0,25/0,75 соответственно при поставке от изготовителя самовывозом при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,1/0,9 соответственно при поставке от изготовителя самовывозом при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от изготовителя транспортом поставщика при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от изготовителя транспортом поставщика при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от посредника самовывозом при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от посредника самовывозом при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от посредника транспортом поставщика при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от посредника транспортом поставщика при некритической задержке доставки.

Уточним атрибуты модели, относящиеся к показателям частного критерия **Б**, соотносимого с издержками из-за поставки бракованной продукции. Брак поставки продукции может быть для ЛПР критическим (**БК**) и некритическим (**БН**). Размер издержек от поставки бракованной продукции в формате анализируемой модели может быть:

1) критическим при поставке продукции изготовителем и будет составлять 250 тыс. у.е. с вероятностью 0,6 при самовывозе и с вероятностью 0,65 транспортом поставщика.

2) некритическим при поставке продукции изготовителем и будет составлять 25 тыс. у.е. с вероятностью 0,4 при самовывозе и с вероятностью 0,35 транспортом поставщика.

3) критическим при поставке продукции посредником и будет составлять 35 тыс. у.е. с вероятностью 0,45 при самовывозе и с вероятностью 0,35 транспортом поставщика.

4) некритическим при поставке продукции посредником и будет составлять 5 тыс. у.е. с вероятностью 0,55 при самовывозе и с вероятностью 0,65 транспортом поставщика.

Представленную структуру показателей рассматриваемых частных критериев, которые требуется оптимизировать, удобно учитывать в формате метода дерева решений. Этот метод позволяет находить наилучшие решения в условиях риска [5]. При этом его модификация, предложенная в [4], позволяет реализовать процедуры выбора наилучшего решения, как с учетом факторов риска, так и с учетом многокритериальности выбора. Отметим, что метод дерева решений позволяет ЛПР формализовать любой формат сценариев для указанных факторов. Перейдем к решению рассматриваемой задачи, когда требуется найти наилучшее решение, которое предусматривает: как выбор

поставщика, так и выбор способа доставки продукции с учетом указанных факторов риска и заданных частных критериев, показатели которых минимизируются.

Построение дерева решений. Представим процедуру выбора наилучшего решения при осуществлении закупок ТПА на основе метода дерева решений. На рис. 2.2 дана иллюстрация процедуры построения дерева решений в формате представленной модели. Один из фрагментов дерева будет учитывать возможность организации закупки ТПА у изготовителя путем самовывоза товара. Далее такой фрагмент обозначается, как уже было отмечено выше, через **ИС**. Структура этой ветви дерева решений представлена на рис. 2.3. Приведем дополнительные комментарии.

С учетом сценариев фактора задержки поставки этот фрагмент дерева делится на две составляющие, которые соответствуют критическим ЗК(ИС) и некритическим ЗН(ИС) задержкам поставки товара с вероятностями 0,2 и 0,8 соответственно. В свою очередь, эти фрагменты из-за вариантности просрочки платежа разветвляются на:

- 1) критическую просрочку платежа с критической задержкой поставки ПК(ИСЗК) - вероятность 0,25;
- 2) некритическую просрочку платежа с критической задержкой поставки ПН(ИСЗК) - вероятность 0,75;
- 3) критическую просрочку платежа с некритической задержкой поставки ПК(ИСЗН) - вероятность 0,1;
- 4) некритическую просрочку платежа с некритической задержкой поставки ПН(ИСЗН) - вероятность 0,1.

Учитывая фактор брака (критический и некритический) каждый из этих фрагментов включает свои составляющие по анализируемым сценариям возможного брака. В результате получаем 8 вариантов развития событий, каждый из которых будет отражен на рассматриваемой ветви дерева решений и имеет свои значения затрат: на покупку товара (С), его доставку (Д), на издержки, связанные с задержкой поставки (З), на потери, связанные с просрочкой платежа (П), на потери, связанные с поставкой бракованной продукции (Б). Они представлены на рис. 2.2 указанным набором показателей заданных частных критериев (в соответствующих прямоугольниках, которые приписаны к анализируемым вершинам дерева решений).

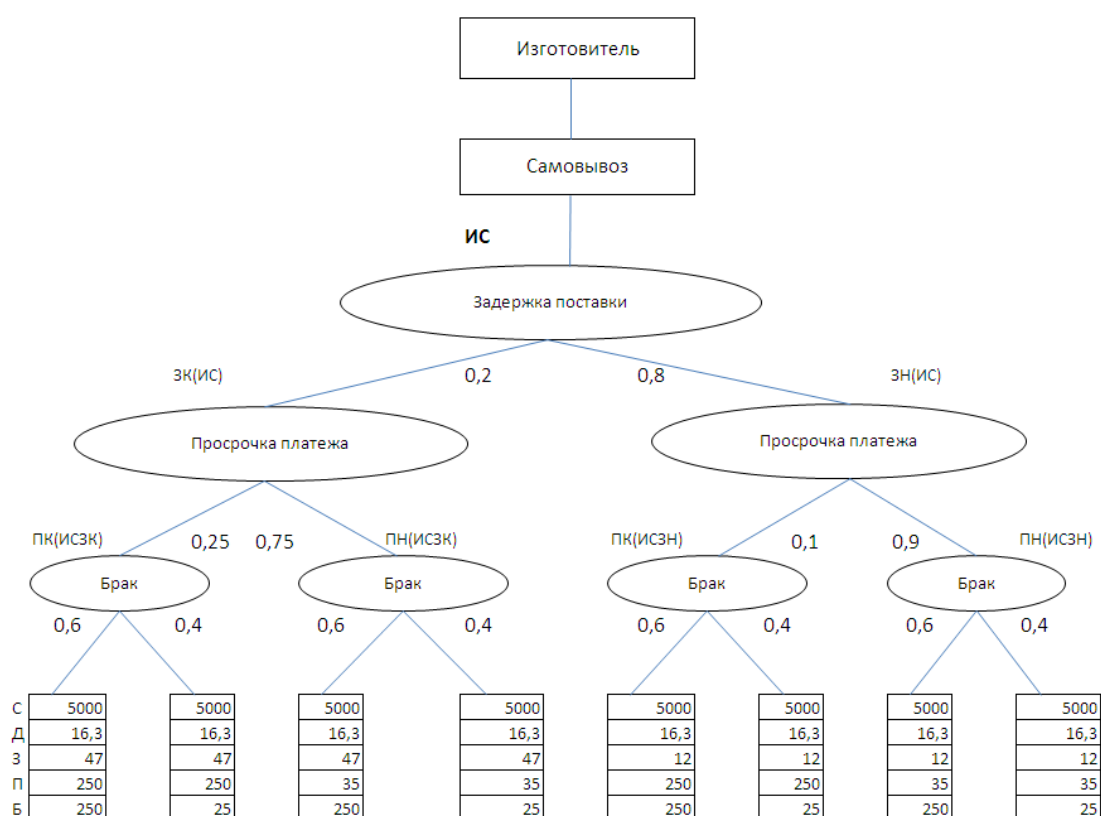


Рис.2.3. Фрагмент дерева решений, соответствующий закупке ТПА у изготовителя путем самовывоза.

Процедуры свертки. Процедуры свертки в рамках дерева решений реализуются для всех вершин круглого типа [5] (сначала для концевых – см. вершины типа «Брак», а затем и для остальных – см. вершины типа «Просрочка платежа», «Задержка поставки»). Формат указанных процедур позволяет заменить заданные распределения вероятностей случайного конечного результата для круглой вершины (по каждому частному критерию) на соотнесенный с ней набор параметров, необходимый для принятия решения в условиях риска. При нейтральном отношении к риску результат свертки представляется одним параметром. Это - средние ожидаемые конечные результаты для соответствующих показателей частных критериев. Соответствующий подход в теории риска называют EVC – критерием (Expected Value Criterion). Именно этот подход к учету риска будет представлен в рассматриваемой модели.

Иллюстрацию процедуры свертки проведем для вершины «брак», лежащей на ветви «ИС-ЗК(ИС)-ПК(ИСЗК)».

Критерий С: стоимость закупки ТПА у изготовителя при критическом браке с вероятностью 0,6 составляет 5000 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,4 - 5000 тыс. у.е. В результате процедур свертки получаем: $5000 \times 0,6 + 5000 \times 0,4 = 5000$

Критерий Д: стоимость транспортных расходов при поставке от изготовителя путем самовывоза при критическом браке с вероятностью 0,6 составляет 16,3 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,4 - 16,3 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $16,3 \times 0,6 + 16,3 \times 0,4 = 16,3$.

Критерий З: издержки, связанные с критической задержкой поставки товара, при критическом браке с вероятностью 0,6 составляет 47 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,4 – 47 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $47 \times 0,6 + 47 \times 0,4 = 47$.

Критерий П: издержки, связанные с просрочкой платежа, с критической задержкой поставки путем самовывоза при критическом

браке с вероятностью 0,6 составляет 250 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,4 – 250 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $250 \times 0,6 + 250 \times 0,4 = 250$.

Критерий Б: издержки, связанные с поставкой некачественных товаров, при критическом браке с вероятностью 0,6 составляет 250 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,4 – 25 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $250 \times 0,6 + 25 \times 0,4 = 160$.

Процедуры свертки для других вершин круглого типа реализуются аналогично. Результаты таких процедур представлены на рис. 2.4.; 2.5.

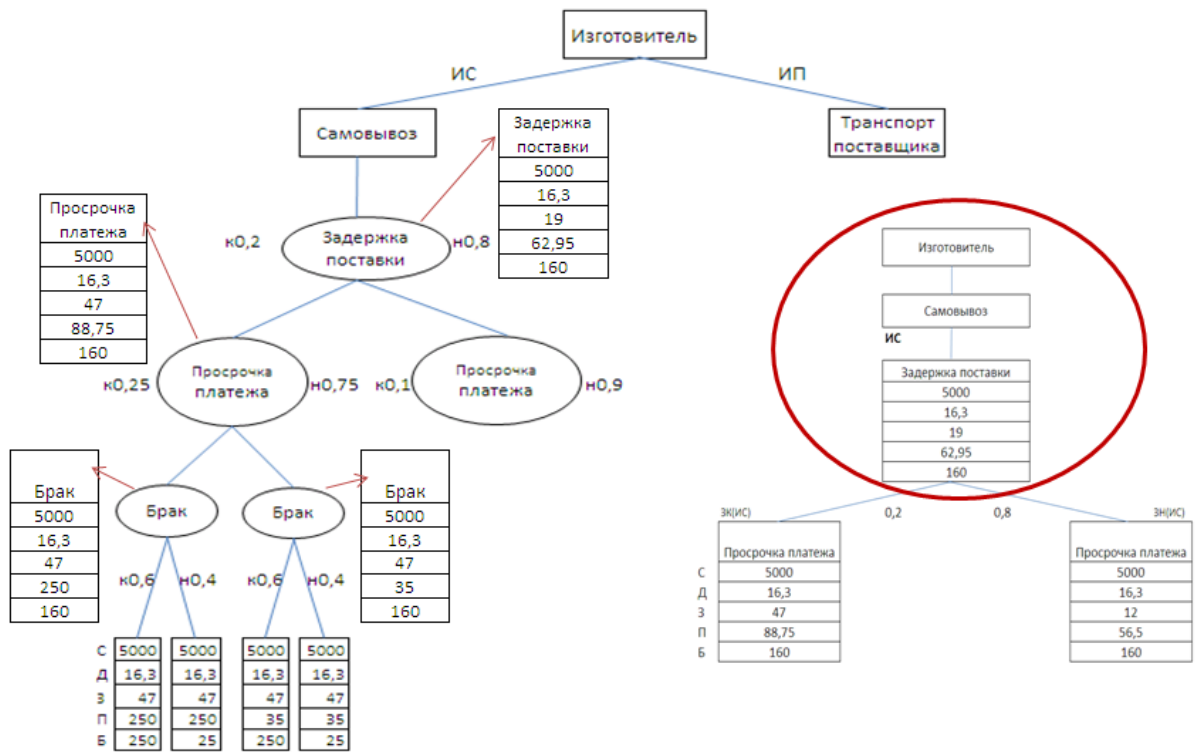


Рис.2.4. Фрагмент дерева решений после процедуры свертки

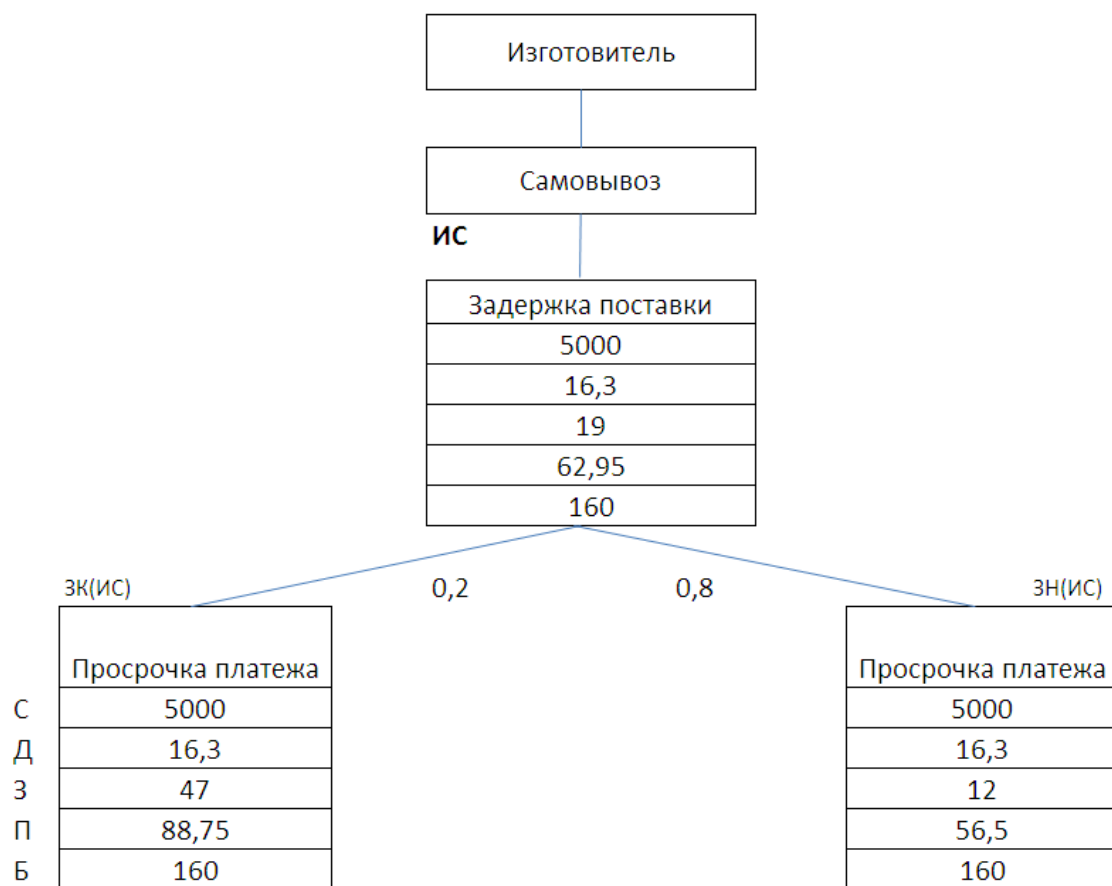


Рис. 2.5. Фрагмент «ИС» дерева решений после процедуры свертки

Процедуры блокировки. Такие процедуры в рамках метода дерева решений реализуются для вершин прямоугольного типа [5]. Эти вершины учитывают имеющиеся у ЛПР альтернативные возможности выбора в формате соответствующих атрибутов анализируемых альтернатив. Представим дерево решений в том формате, который требует процедур блокировки. Для реализации указанных процедур все показатели частных критериев сведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1.

Показатели альтернатив по частным критериям					
	С	Д	З	П	Б
ИС	5000	16,3	19	62,95	160
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5

ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5
-----------	------	------	-------	---------	------

Суть процедуры блокировки – оставить незаблокированной только альтернативу с наилучшим набором показателей частных критериев. В формате задач выбора наилучших решений при многих критериях существуют различные методы определения более предпочтительного решения при сравнении альтернатив. Для реализации наилучшего выбора требуется в формате указанной процедуры блокировки применить один из известных методов решения задач многокритериальной оптимизации.

Формализация наилучшего решения. Далее процедуры выбора наилучшего решения будут представлены на основе традиционно используемых критериев выбора при оптимизации систем логистики [8,12], отмеченных выше. Наилучшие варианты организации закупок будут найдены по методу минимаксного критерия, методу взвешенных оценок частных критериев, методу обобщенного скалярного критерия, методу идеальной точки и методу критерия среднего геометрического. Напомним, что использование конкретного критерия выбора всегда определяется системой предпочтений ЛПР. Чем большим арсеналом таких подходов к выбору наилучшего решения владеет менеджер, тем лучше он может адаптировать выбор к системе предпочтений ЛПР.

Выбор по методу минимаксного критерия. Суть метода минимаксного критерия была описана в параграфе 2.1. Реализация требуемых процедур дана в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Выбор наилучшего решения по минимаксному критерию

	С	Д	З	П	Б	Минимакс
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	5000
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	5000
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	5050
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	5050

В последнем столбце указаны наихудшие показатели по строкам табл. 2.2. Наименьший из показателей равен 5000. Он соответствует альтернативам **ИС** (поставка от изготовителя самовывозом) и **ИП** (поставка от изготовителя транспортом поставщика). Они являются наилучшими решениями в формате метода минимаксного критерия.

Выбор по методу взвешенных оценок частных критериев. В настоящей задаче по методике, описанной в параграфе 2.1, каждому частному критерию ЛПР сопоставляет свой весовой коэффициент (по степени важности). Наилучшей является альтернатива с наименьшим средневзвешенным показателем среди всех частных критериев (когда все частные критерии минимизируются). В данной модели частному критерию «стоимость товара» присвоен вес $C=0,02$; вес частного критерия «издержки доставки» равен $D=0,18$; вес частного критерия «задержка поставки» равен $Z=0,3$; вес частного критерия «просрочка платежа» равен $P=0,1$; вес частного критерия «брак» равен $B=0,4$ (последняя строка табл. 2.3).

Таблица 2.3.

Выбор наилучшего решения по методу взвешенных оценок частных критериев

	С	Д	З	П	Б	Взвешенная сумма
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	178,929
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	186,2005
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	126,46275
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	126,77925
Веса	0,02	0,18	0,3	0,1	0,4	

В последнем столбе (столбец «взвешенная сумма») табл. 2.3 указаны результаты среднего арифметического взвешенного показателя по каждой строке с учетом весовых коэффициентов. Выбирается наименьший показатель, который определяет наилучшее решение (показатель 126,46275 для альтернативы ПС). В результате по методу

взвешенных оценок наилучшим решением является поставка товара от посредника самовывозом.

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. В формате данного метода ЛПР определяет весовые коэффициенты для показателей частных критериев по специальной формуле. В результате функция выбора представляет минимизацию показателя $F(A_k)$:

$$F(A_k) = \sum_{i=1}^n \frac{g(C_i^{(k)}) - g_{\min}(C_i)}{g_{\min}(C_i)}, \quad \text{где}$$

$g(C_i^{(k)})$ - показатель i -го критерия для k -альтернативы; $g_{\min}(C_i)$ - показатель минимального значения i -го критерия по всем анализируемым альтернативам.

Особенностью данного метода, как и метода обобщенного минимаксного критерия, является ориентация выбора на утопическую точку, т.е. ориентация выбора на наилучшие показатели частных критериев. Сначала определяют показатели $g_{\min}(C_i)$ для каждого из критериев (последняя строка табл. 2.4). Затем значение критериальной функции. Например, для альтернативы ИС значение указанной функции составит:

$$F(\text{ИС}) = \frac{5000 - 5000}{5000} + \frac{16,3 - 16,3}{16,3} + \frac{19 - 18,3}{18,3} + \frac{62,95 - 62,95}{62,95} + \frac{160 - 15,5}{15,5} = 9,360832011$$

Значения критериальной функции выбора для других альтернатив указаны в последнем столбце табл. 2.4. Наименьшее значение функции выбора соответствует альтернативе ПС.

Таким образом, по методу обобщенного скалярного критерия оптимальным решением является поставка ТПА от посредника самовывозом.

Таблица 2.4.

Выбор наилучшего решения по методу обобщенного скалярного критерия

	С	Д	З	П	Б	Значение функции выбора
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	9,360832011
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	10,81026599
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	0,776302156
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	1,102823954
показатель и G_{min} (C_i)	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Выбор по методу критерия среднего геометрического. Для каждой альтернативы нужно найти показатель среднего геометрического значения по всем оценкам частных критериев, среди которых выбирается наименьший (при минимизации частных критериев). Он указывает на наилучшее решение. Выбор не изменится, если вместо указанного показателя ЛПР будет использовать показатель произведения всех значений частных критериев для каждой альтернативы.

Таблица 2.5.

Выбор наилучшего решения по методу критерия среднего геометрического

	С	Д	З	П	Б	Произведение оценок частных критериев
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	15596492000
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	30254703464
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	2900277321
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	3686664778

Соответственно, такой критерий выбора также называют критерием произведений. Значения показателей при выборе по этому

методу представлены в последнем столбце табл. 2.5. Наименьшее значение показателя произведения соответствует альтернативе ПС (поставка ТПА от посредника самовывозом).

Выбор по методу идеальной точки. Для реализации метода в табл.2.6. указана «утопическая точка» УТ (точка с наилучшими координатами / показателями частных критериев). Для каждой альтернативы определяется «расстояние» до УТ. Наименьшему расстоянию от УТ соответствует наилучшее решение. В формате рассматриваемой модели координатами утопической точки являются наилучшие показатели в соответствующих столбцах табл. 6 – УТ (5000; 16,3; 18,3; 62,95; 17). Расстояние от альтернативы до УТ вычисляется по формуле линейной алгебры. Это корень квадратный из суммы квадратов разностей координат для УТ и анализируемой альтернативы. Результаты расчетов приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6.

Выбор наилучшего решения по методу идеальной точки

	С	Д	З	П	Б	Расстояние до УТ
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	144,5016955
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	156,6231245
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	52,79557421
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	96,35439225
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Наименьшее расстояние до УТ соответствует альтернативе ПС (поставка товара от посредника самовывозом). Другие альтернативы блокируются.

2.3. Особенности многокритериальной оптимизации закупок с учетом возможности проведения торгов.

Как уже было отмечено в главе 1, в настоящее время осуществление закупок товаров, работ и услуг регламентируется с целью создания условий для своевременного и полного удовлетворения

потребностей предприятий в товарах, работах, услугах с необходимыми показателями цены, качества и надежности, эффективного использования денежных средств, расширения возможностей участия в закупках и стимулирования такого участия, развития добросовестной конкуренции, обеспечения гласности и прозрачности закупок, предотвращения коррупции и других злоупотреблений. Таким образом, выбор поставщика осуществляется по специально установленным правилам.

Возможности использования представленных в этой работе методов выбора решений при закупках продукции на практике будут интересны и полезны менеджерам в области логистики, особенно тем менеджерам, которым нужно принять и обосновать решение о необходимости регламентации на предприятии выбора поставщика путём проведения торгов. Закупки товаров, работ и услуг на открытой конкурентной основе получили в настоящее время широкое распространение. Государственные и муниципальные закупки регламентированы Федеральным законом от 21 июля 2005 г. N 94-ФЗ "О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд", закупки предприятий естественных монополий и государственных корпораций - Федеральным законом N 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц". Правила выбора поставщика путем проведения конкурентных процедур закупок устанавливаются и коммерческие предприятия от крупнейших холдинговых компаний до небольших частных коммерческих фирм. Так, например, конкурентная основа закупочной деятельности в РАО "ЕЭС России" заложена в 2001-2002 годах, когда была образована Центральная конкурсная комиссия и утверждено Положение о порядке проведения регламентированных закупок в РАО. В декабре 2004 года Правление ОАО РАО "ЕЭС России" одобрило систему Стандартов по организации закупочной деятельности

[114]. 29 июля 2009 года Госкорпорацией Росатом был утвержден Единый отраслевой стандарт закупок, рекомендованный к применению всеми предприятиями атомной отрасли [117].

Перед руководителями предприятий всегда стоит вопрос, как выбрать наилучшего контрагента. Так ли выгодно это делать путем проведения торгов, ведь для этого понадобятся некоторые дополнительные временные и финансовые затраты на их подготовку и проведение. Предложенный в этой работе подход к анализу указанных вопросов позволит принять наилучшие решения.

Атрибуты оптимизационной модели. В модели рассматривается ситуация, когда производственному предприятию «XYZ», как и в параграфе 2.2, требуется закупить трубопроводную арматуру (далее – ТПА) заданного объема. Но оно может осуществлять закупку следующими способами:

1) либо организовать торги (конкурс, аукцион или другой конкурентный способ закупки в рамках данной работы);

2) либо купить продукцию, обратившись с запросом к известным ему ранее поставщикам.

При этом, обращаясь (адресно) к поставщикам, предприятие (ЛПР) самостоятельно может принять решение о закупке продукции у посредника или у изготовителя. А при организации и проведении торгов победителем может стать как изготовитель, так и посредник (причем результат заранее не известен). При этом доставку можно осуществлять как самовывозом, так и транспортом поставщика (с учетом его условий). Такое решение в данной модели также принимает ЛПР. Требуется определить наилучшее решение, оптимизирующее закупки ТПА. Оно включает выбор:

1) способа поставки - самовывозом или с использованием транспорта поставщика;

2) способа реализации закупки - без проведения торгов или путем проведения торгов;

3) вида поставщика - у посредника или изготовителя (при закупке без проведения торгов).

Подчеркнем, что закупка на открытых торгах, как показывает статистика, позволяет получить снижение первоначально установленной стоимости товара. Но при этом возрастают транзакционные издержки, связанные с проведением торгов (нужно создать соответствующую оргструктуру, программные продукты, определить (создать) источник публикации извещений, ФОТ и др.). Закупка у изготовителя чаще всего позволяет минимизировать цену товара, но такому решению, как показывает опыт и статистика, будет сопутствовать больший брак. Закупка у посредника дает комплекс услуг: от процессов поставки и до процессов проведения приемочных испытаний трубопроводной арматуры, что позволяет рассчитывать на меньший брак, однако при этом цена товара будет выше цены изготовителя. Самовывоз продукции требует наличия как транспортных единиц, так и штата работников, управляющих транспортом. Кроме этого, издержки доставки могут быть увеличены в результате задержки отгрузки поставщиком, поломки транспортного средства и др. Если доставка осуществляется силами поставщика, то издержки по доставке остаются постоянными. Учесть указанные факторы при выборе наилучшего решения в формате рассматриваемой задачи помогает метод дерева решений. При этом особенности такого метода позволяют учитывать наличие заданного множества частных критериев, по которым оцениваются альтернативы.

В формате рассматриваемой модели задача выбора наилучших решений в условиях риска может быть представлена как многокритериальная задача со следующими частными критериями:

- Частный критерий C – *стоимость* закупки товара (этот показатель минимизируется);

- Частный критерий Д – издержки *доставки* товара (этот показатель также минимизируется);
- Частный критерий З – средние ожидаемые потери в результате *задержки* поставки товара (показатель минимизируется).
- Частный критерий П – издержки, связанные с *просрочкой* платежа (показатель минимизируется);
- Частный критерий Б – издержки, связанные с поставкой *бракованных* или некачественных товаров (показатель минимизируется);
- Частный критерий Т – транзакционные издержки, связанные с выбором контрагента.

Представленные критерии требуются для оценки и анализа следующих шести альтернатив:

ПИ/НС - закупка будет осуществлена *без проведения торгов у изготовителя* посредством *самовывоза*;

ПП/НС - закупка будет осуществлена *без проведения торгов у посредника* посредством *самовывоза*;

ПИ/НП - закупка будет осуществлена *без проведения торгов у изготовителя* транспортом *поставщика*;

ПП/НП - закупка будет осуществлена *без проведения торгов у посредника* транспортом *поставщика*;

ТС - закупка будет осуществлена *путем проведения торгов* посредством *самовывоза*;

ТП - закупка будет осуществлена *путем проведения торгов* транспортом *поставщика*.

Уточним структуру показателей анализируемых частных критериев.

Показатели частных критериев, соотносимых со стоимостью закупки и издержками доставки товара (критерии С и Д) следующие:

1) стоимость закупки у изготовителя составляет 5000 тыс. у.е. за всю партию товара, а у посредника дороже, т.е. 5050 тыс. у.е.; в случае

проведения торгов при установлении первоначальной стоимости товара 5025 тыс. у.е. (среднее между стоимостью товара у изготовителя и посредника), как показывает статистика, участники закупочной процедуры снижают стоимость, таким образом, примем, что стоимость товара при проведении торгов составляет 4523 тыс. у.е.

2) стоимость транспортных расходов составляет 16,3 тыс. у.е. самовывозом и 25,1 тыс. у.е. транспортом поставщика.

3) транзакционные издержки, связанные с выбором поставщика в случае проведения торгов составляют 136 у.е., без проведения торгов – 1 у.е.

Прежде чем уточнить показатели частного критерия **З**, соотносимого с издержками в результате задержки поставки, отметим, что задержки могут быть критическими (**ЗК**) и некритическим (**ЗН**). При критических задержках поставки возникают затраты на простой основных производственных работников, перевод их на другую работу; затраты на претензионную работу, включая связь и переписку; сбой графика производства; нарушение обязательств перед контрагентами. При поставке самовывозом возникают дополнительные расходы на двойную оплату труда и командировочные водителю, экспедитору. Приведем соответствующие статистические данные о частоте наступления указанных выше событий:

1) С вероятностью 0,3 при поставке от производителя и с вероятностью 0,45 при поставке от посредника задержки будут критическими и приведут к потерям в размере 40 тыс. у.е. на заданный объем закупки. При этом в условиях самовывоза вероятность критической задержки составляет 0,2 при поставке от производителя и 0,35 при поставке от посредника и к вышеуказанным потерям прибавятся косвенные (переменные) издержки в размере 7 тыс. у.е.

2) С вероятностью 0,7 при поставке от производителя и с вероятностью 0,55 при поставке от посредника задержки будут

некритическими и приведут к потерям в размере 9 тыс. у.е. на заданный объем закупки. При этом в условиях самовывоза вероятность некритической задержки составляет 0,8 при поставке от производителя и 0,65 при поставке от посредника и к вышеуказанным потерям прибавятся косвенные (переменные) издержки в размере 3 тыс. у.е.

Уточним атрибуты модели, относящиеся к показателям частного критерия **П**, соотносимого с издержками из-за просрочки платежа. При исполнении договорных условий предприятие по разным причинам сталкивается с необходимостью оплаты поставки после указанного в договоре срока. Это влечет за собой риск уплаты неустойки за просрочку оплаты поставки. Фактор просрочки платежа может быть критический (**ПК**) и некритический (**ПН**). В модели принимается, что при критической просрочке платежа размер потерь составит 250 тыс. у.е., при некритической – 35 тыс. у.е. При этом вероятностные характеристики просрочки платежа приняты следующие (на основе соответствующих статистических данных):

Критическая/некритическая просрочка платежа - 0,25/0,75 соответственно при поставке от изготовителя самовывозом при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,1/0,9 соответственно при поставке от изготовителя самовывозом при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от изготовителя транспортом поставщика при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от изготовителя транспортом поставщика при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от посредника самовывозом при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от посредника самовывозом при некритической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,3/0,7 соответственно при поставке от посредника транспортом поставщика при критической задержке доставки;

Критическая/некритическая просрочка платежа – 0,15/0,85 соответственно при поставке от посредника транспортом поставщика при некритической задержке доставки.

Уточним атрибуты модели, относящиеся к показателям частного критерия **Б**, соотносимого с издержками из-за поставки бракованной продукции. Брак поставки продукции может быть для ЛПР критическим (**БК**) и некритическим (**БН**). Размер издержек от поставки бракованной продукции в формате анализируемой модели может быть:

1) критическим при поставке продукции изготовителем и будет составлять 250 тыс. у.е. с вероятностью 0,6 при самовывозе и с вероятностью 0,65 транспортом поставщика.

2) некритическим при поставке продукции изготовителем и будет составлять 25 тыс. у.е. с вероятностью 0,4 при самовывозе и с вероятностью 0,35 транспортом поставщика.

3) критическим при поставке продукции посредником и будет составлять 35 тыс. у.е. с вероятностью 0,45 при самовывозе и с вероятностью 0,35 транспортом поставщика.

4) некритическим при поставке продукции посредником и будет составлять 5 тыс. у.е. с вероятностью 0,55 при самовывозе и с вероятностью 0,65 транспортом поставщика.

Как уже отмечалось выше, представленную структуру показателей рассматриваемых частных критериев, которые требуется оптимизировать, удобно учитывать в формате метода дерева решений. Этот метод позволяет находить наилучшие решения в условиях риска [5]. При этом его модификация, предложенная в [4], позволяет реализовать процедуры выбора наилучшего решения, как с учетом факторов риска, так и с учетом многокритериальности выбора.

Построение дерева решений. Как и в параграфе 2.2. представим процедуру выбора наилучшего решения при осуществлении закупок ТПА на основе метода дерева решений. На рис. 2.6 дана иллюстрация процедуры построения дерева решений в формате представленной модели. Один из фрагментов (одна из ветвей) дерева будет учитывать возможность организации закупки ТПА путем проведения торгов с организацией транспортировки поставщиком. Далее такой фрагмент обозначается, как уже было отмечено выше, через **ТП**. Приведем дополнительные комментарии.

В связи с тем, что в закупочной процедуре могут принять участие как изготовители продукции, так и посредники, фрагмент дерева разветвляется на закупку ТПА у изготовителя **ПИ/ТП** и закупку ТПА у посредника **ПП/ТП**. Рассмотрим подробнее фрагмент дерева, соответствующий закупке ТПА на торгах у изготовителя **ПИ/ТП**.

С учетом сценариев фактора задержки поставки этот фрагмент дерева делится на две составляющие, которые соответствуют критическим **ЗК/ПИ/ТП** и некритическим **ЗН/ПИ/ТП** задержкам поставки товара с вероятностями 0,3 и 0,7 соответственно. В свою очередь, эти фрагменты из-за вариантности просрочки платежа разветвляются на: критическую просрочку платежа с критической задержкой поставки **ПК/ЗК/ПИ/ТП** - вероятность 0,3; некритическую просрочку платежа с критической задержкой поставки **ПН/ЗК/ПИ/ТП** - вероятность 0,7; критическую просрочку платежа с некритической

задержкой поставки ПК/ЗН/ПИ/ТП - вероятность 0,15; некритическую просрочку платежа с некритической задержкой поставки ПН/ЗН/ПИ/ТП - вероятность 0,85.

Учитывая фактор брака (критический и некритический), каждый из этих фрагментов включает свои составляющие по анализируемым сценариям возможного брака. В результате получаем 8 вариантов развития событий, каждый из которых будет отражен на рассматриваемой ветви дерева решений и имеет свои значения затрат (как показателей анализируемых частных критериев). Они представлены на рис. 2.6. указанным набором показателей заданных частных критериев (в соответствующих прямоугольниках, которые приписаны к анализируемым конечным вершинам дерева решений).

Выбор решения (процедуры свертки и блокировки). Иллюстрацию процедуры свертки проведем для вершины «брак», лежащей на ветви «ТП - ПИ/ТП – ЗК/ПИ/ТП – ПК/ЗК/ПИ/ТП».

Критерий С: стоимость закупки ТПА путем проведения торгов с доставкой транспортом поставщика при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 4523 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 - 4523 тыс. у.е. В результате процедур свертки получаем: $4523 \times 0,65 + 4523 \times 0,35 = 4523$.

Критерий Д: стоимость транспортных расходов при закупке на торгах с доставкой транспортом поставщика при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 25 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 - 25 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $25 \times 0,65 + 25 \times 0,35 = 25$.

Критерий З: издержки, связанные с критической задержкой поставки товара, при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 40 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 – 40 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $40 \times 0,65 + 40 \times 0,35 = 40$.

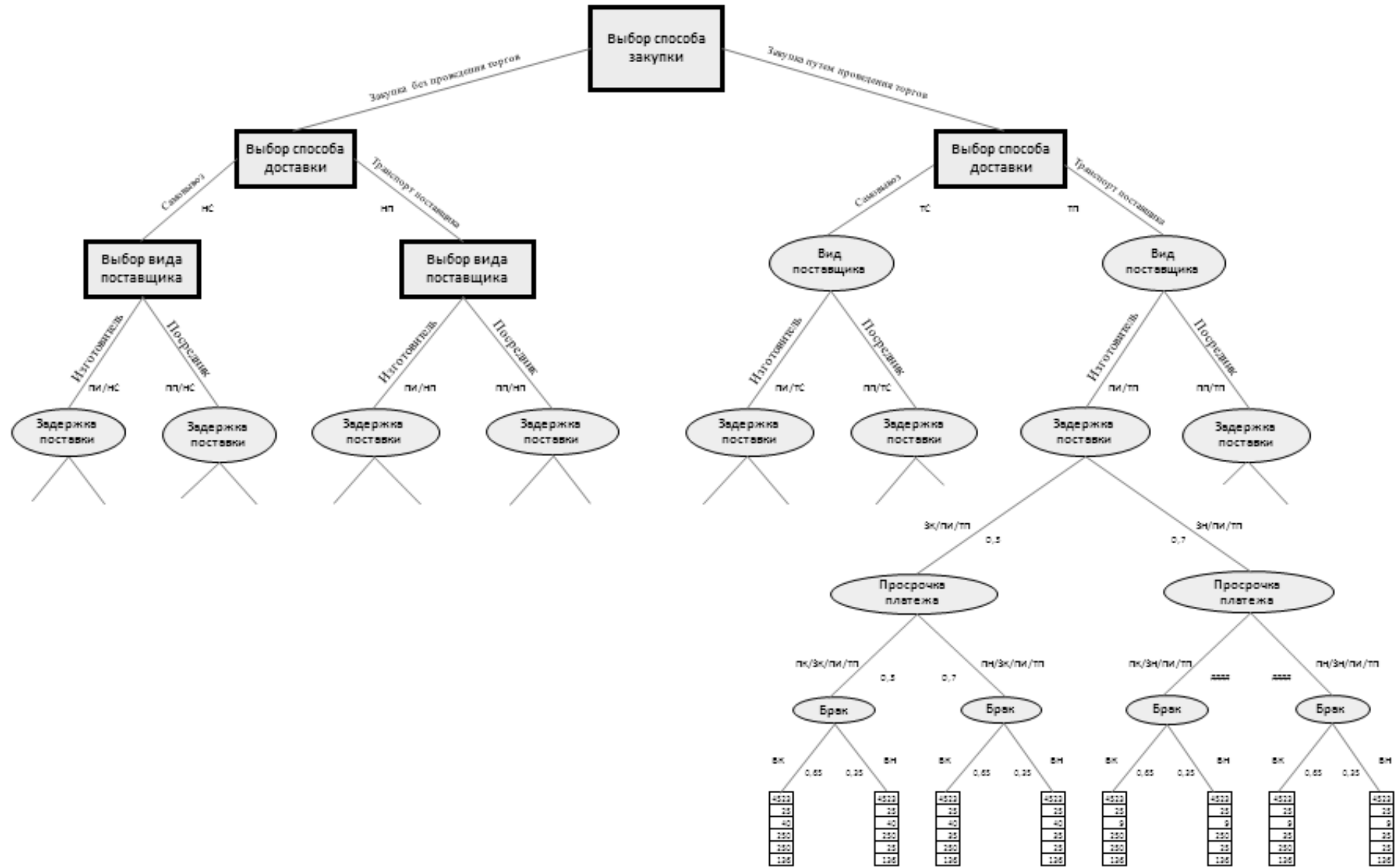


Рис.2.6. Фрагмент дерева решений по выбору оптимального решения при осуществлении закупки ТПА



Критерий **П**: издержки, связанные с просрочкой платежа, с критической задержкой поставки транспортом поставщика при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 250 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 – 250 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $250 \times 0,65 + 250 \times 0,35 = 250$.

Критерий **Б**: издержки, связанные с поставкой некачественных товаров изготовителем, при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 250 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 – 25 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $250 \times 0,65 + 25 \times 0,35 = 171$.

Критерий **Т**: транзакционные издержки, связанные с выбором поставщика, при критическом браке с вероятностью 0,65 составляет 136 тыс. у.е., при некритическом браке с вероятностью 0,35 – 136 тыс. у.е. В результате свертки получаем: $136 \times 0,65 + 136 \times 0,35 = 136$.

Процедуры свертки для других вершин круглого типа реализуются аналогично. Результаты таких процедур (для фрагмента «ТП» дерева решений) представлены на рис.2.7.

Процедуры **блокировки** в рамках метода дерева решений реализуются для вершин прямоугольного типа [5]. Для реализации указанных процедур все показатели частных критериев сведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7.

Показатели альтернатив по частным критериям

	С	Д	З	П	Б	Т
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1
ТС	4523	16	22	70	89	136
ТП	4523	25	21	80	70	136

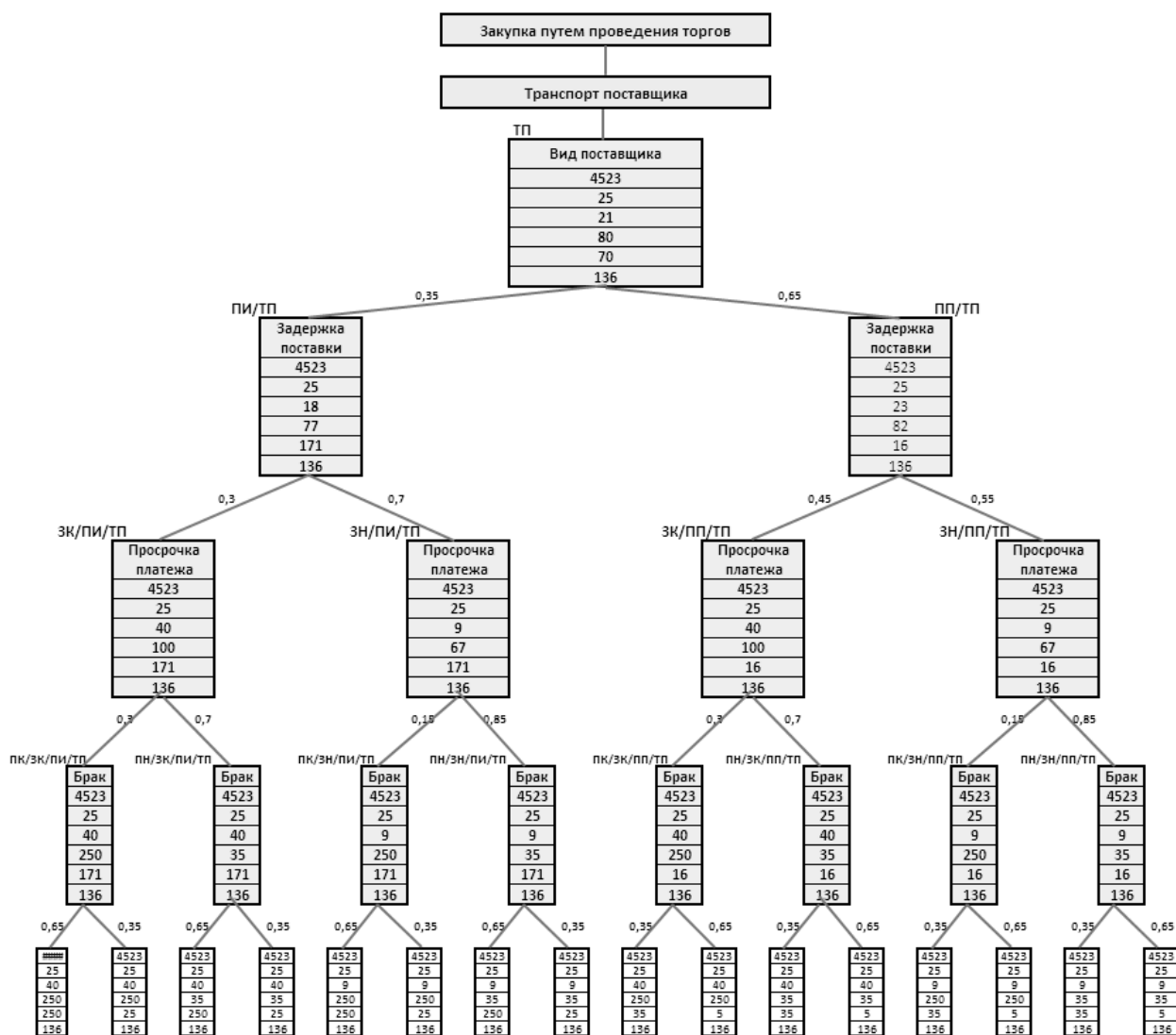


Рис. 2.7. Фрагмент «ТП» дерева решений после процедуры свертки

Для реализации наилучшего выбора требуется в формате указанной процедуры блокировки применить один из известных методов решения задач многокритериальной оптимизации.

Формализация наилучшего решения. Далее процедуры выбора наилучшего решения, как и в параграфе 2.2., будут представлены на основе традиционно используемых критериев выбора при оптимизации систем логистики [8, 13, 30].

Выбор по методу минимаксного критерия. В последнем столбце (см. табл. 2.8) указаны наихудшие показатели по строкам табл. 2.

Наименьший из показателей соответствует альтернативам **ТС** (закупка путем проведения торгов самовывозом) и **ТП** (закупка путем проведения торгов транспортом поставщика).

Таблица 2.8.

Выбор наилучшего решения по минимаксному критерию

	С	Д	З	П	Б	Т	Минимакс
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1	5000
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1	5050
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1	5000
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1	5050
ТС	4523	16	22	70	89	136	4523
ТП	4523	25	21	80	70	136	4523

Они являются наилучшими по методу минимаксного критерия.

Выбор по методу взвешенных оценок частных критериев. Пусть в данной модели частному критерию «стоимость товара» присвоен вес $C=0,02$; вес частного критерия «издержки доставки» равен $D=0,1$; вес частного критерия «задержка поставки» равен $Z=0,3$; вес частного критерия «просрочка платежа» равен $P=0,1$; вес частного критерия «брак» равен $B=0,4$; вес частного критерия «транзакционные издержки» равен $T=0,08$ (последняя строка табл. 2.9.).

Таблица 2.9.

Выбор наилучшего решения по методу взвешенных оценок частных критериев

	С	Д	З	П	Б	Т	взвешенная сумма
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1	177,68
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1	125,38
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1	184,08
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1	125,08
ТС	4523	16	22	70	89	136	152,14
ТП	4523	25	21	80	70	136	146,14
Веса	0,02	0,1	0,3	0,1	0,4	0,08	1

В последнем столбце (столбец «взвешенная сумма») табл. 2.9. указаны результаты среднего арифметического взвешенного показателя по каждой строке с учетом заданных весовых коэффициентов. Выбирается наименьший показатель, который определяет наилучшее решение. По методу взвешенных оценок наилучшим решением является закупка без проведения торгов от посредника транспортом поставщика.

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. Как уже отмечалось, в формате данного метода ЛПР определяет весовые коэффициенты для показателей частных критериев, позволяющие нацелить выбор на утопическую точку. Результаты представлены в табл. 2.10.

Таблица 2.10.

Выбор наилучшего решения по методу обобщенного скалярного критерия

	С	Д	З	П	Б	Т	Значение функции выбора
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1	9,161016533
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1	0,891317174
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1	10,5776832
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1	1,258380666
ТС	4523	16	22	70	89	136	139,8958333
ТП	4523	25	21	80	70	136	139,3740079
показатели Gmin (Ci)	4523	16	18	63	16	1	

Значения критериальной функции выбора для других альтернатив рассчитываются аналогично и указаны в последнем столбце табл. 2.10. Наименьшее значение функции выбора соответствует альтернативе ПП/НС. Таким образом, по методу обобщенного скалярного критерия оптимальным решением является поставка ТПА от посредника самовывозом при закупке без проведения торгов.

Выбор по методу критерия среднего геометрического. Значения показателей при выборе по этому методу представлены в табл. 2.11.

Таблица 2.11.

Выбор наилучшего решения по методу критерия среднего геометрического

	С	Д	З	П	Б	Т	Произведение оценок частных критериев
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1	15321600000
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1	2910739200
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1	29625750000
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1	3809720000
ТС	4523	16	22	70	89	136	1,34895E+12
ТП	4523	25	21	80	70	136	1,80848E+12

Наименьшее значение показателя произведения соответствует альтернативе ПП/НС (поставка ТПА от посредника самовывозом при закупке без проведения торгов).

Выбор по методу идеальной точки. В формате рассматриваемой модели координатами утопической точки являются наилучшие показатели в соответствующих столбцах табл. 2.12 – УТ (4523; 16; 18; 63; 16; 1). Результаты расчетов приведены в табл. 2.12.

Таблица 2.12.

Выбор наилучшего решения по методу идеальной точки

	С	Д	З	П	Б	Т	Расстояние до УТ
ПИ/НС	5000	16	19	63	160	1	498,2629828
ПП/НС	5050	16	24	79	19	1	527,2855014
ПИ/НП	5000	25	18	77	171	1	501,8276597
ПП/НП	5050	25	23	82	16	1	527,4428879
ТС	4523	16	22	70	89	136	153,6847422
ТП	4523	25	21	80	70	136	146,6969666
УТ	4523	16	18	63	16	1	

Наименьшее расстояние до УТ соответствует альтернативе **ТП** (закупка на основании торгов транспортировкой поставщика).

В данном параграфе задача управления закупками представлена как задача выбора наилучшего решения при многих критериях с учетом рисков. При этом дополнительно учтена возможность проведения торгов, что приводит, с одной стороны, к увеличению количества анализируемых

альтернатив (по сравнению с моделью задачи, представленной в параграфе 2.2.), и с другой стороны, к появлению новых вариантов выбора наилучшего решения. Если менеджеру потребуется принять решение об использовании (при выборе контрагента) открытых конкурентных процедур закупок, учитывая при этом транзакционные издержки, то он имеет возможность реализовать наилучший выбор, используя формат представленной модели.

2.4. Возможность воздействия эффекта неадекватного выбора

Осуществление закупок является одной из важнейших функций в любой компании. В [87] отмечается, что применительно к цепям поставок «снижение цены закупаемых товаров и услуг на 5% в конечном счете приводит к повышению рентабельности на 37,5%». Это подчеркивает актуальность задач, связанных с повышением эффективности процедур управления закупками. Сегодня решения по закупкам становятся все более сложными, требуя учета многих факторов [30, 35, 39, 83, 87]. Лицо, принимающее решение (далее ЛПР) по закупкам, сталкивается с проблемой нахождения баланса между многими, часто противоречивыми, составляющими общей цели. Соответственно, задача оптимизации таких решений должна рассматриваться как задача многокритериальной оптимизации. На практике общая цель оптимизации формализуется в виде множества подцелей (в теории им соответствуют частные критерии). Направления оптимизации для частных критериев могут отличаться. В таком случае задача переопределяется так, чтобы направление оптимизации для всех частных критериев было одинаковым. После этого применяются процедуры конкретного критерия выбора, наиболее адекватного системе предпочтений ЛПР. Однако, нельзя думать, что реализация традиционных алгоритмов оптимизации решения при многих критериях это - просто вычислительные процедуры.

На практике выбор наилучшего решения может стать проблемой для менеджера. Это обуславливается нежелательными ситуациями, называемыми феноменами неадекватного выбора. Суть указанных феноменов можно

пояснить следующим образом. С одной стороны, структура исходных данных для показателей частных критериев может оказаться такой, что будет порождать доминирование показателей одних частных критериев над другими. Тогда некоторые частные критерии не будут влиять на окончательное решение (будут участвовать в процедурах выбора лишь формально). С другой стороны, процедуры переопределения направления оптимизации для отдельных частных критериев (чтобы направление оптимизации было одинаковым для всех частных критериев) могут обусловить воздействие феномена «слепоты» [7].

Указанные феномены являются исключительно нежелательными, поскольку могут приводить к выбору таких решений, которые не будут адекватны предпочтениям ЛПР. Они существенно ограничивают арсенал доступных менеджеру подходов к оптимизации при многих критериях, использование которых допустимо. Для иллюстрации влияния указанных феноменов в формате процедур нахождения наилучших решений при управлении закупками далее рассмотрим следующие критерии выбора: минимаксный критерий, обобщенный минимаксный критерий, метод взвешенной суммы оценок частных критериев, обобщенный скалярный критерий, критерий идеальной точки, критерий среднего геометрического. Менеджер должен понимать, какие из них можно использовать, не опасаясь феноменов неадекватного выбора. Чем шире доступный ему арсенал критериев выбора, тем более полно могут быть отражены предпочтения ЛПР при нахождении наилучшей альтернативы.

Подчеркнем, что частные критерии могут быть также обусловлены требованиями учета и снижения различных рисков. Факторы риска, которые требуется учитывать, весьма разнообразны: они могут быть обусловлены срывами сроков поставки товара, потерями качества товара, штрафами, непредвиденными пошлинами вследствие неверного таможенного оформления и др. В этой работе задача управления закупками будет формализована как задача выбора наилучшего решения при многих критериях с учетом риска. Иллюстрируются проблемы, обуславливаемые

феноменами неадекватного выбора при оптимизации решений, с которыми столкнется менеджер в реальных ситуациях при решении задач указанного типа на практике.

Чтобы проиллюстрировать специфику задач выбора наилучших решений при оптимизации закупок по многим критериям, далее формализуем ее на основе модели, которая была представлена в п. 2.2 на примере закупок трубопроводной арматуры. В ее формате будут проиллюстрированы феномены неадекватного выбора, обуславливаемые структурой оценок частных критериев. Для их иллюстрации будет достаточно, как и в параграфе 2.2, ограничиться пятью частными критериями (они уточняются ниже), чтобы не делать модель оптимизации чрезмерно громоздкой. Рассматривается задача выбора наилучших решений в условиях риска, которая может быть представлена как многокритериальная задача с критериями, описанными в параграфе 2.2.

Далее принято, что учитываемые риски обусловлены только следующими факторами: случайными задержками поставок; случайной просрочкой платежа; случайными потерями из-за брака. Для иллюстрации проблем при выборе решения нам достаточно воспользоваться следующим. Результаты анализа в формате метода дерева решений позволили в параграфе 2.2 представить рассматриваемую задачу как задачу выбора наилучшей альтернативы (из множества **ИС, ИП, ПС, ПП**) при пяти частных критериях (это представленные выше критерии - **С, Д, З, П, Б**).

Таблица 2.13.

Показатели альтернатив по частным критериям					
	С	Д	З	П	Б
ИС	5000	16,3	19	62,95	160
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5

Оценки альтернатив по частным критериям были получены в параграфе 2.2. (таб.2.1.) и для удобства изложения снова приведены в табл. 2.13 (показатели исходных частных критериев).

Выбор наилучшего решения. Как видно из табл. 2.13, в абсолютном выражении показатели первого частного критерия на два порядка превышают показатели второго, третьего и четвертого частного критерия. Кроме того, они на один порядок превышают показатели пятого частного критерия. Такое доминирование оценок первого частного критерия над остальными обусловит признаки феномена неадекватного выбора. Результат в формате традиционных критериев выбора может полностью определяться показателями доминирующего частного критерия С. Задача многокритериальной оптимизации фактически сведется к однокритериальной.

Менеджер должен понимать, что при этом наилучший выбор будет предопределен показателями только доминирующего частного критерия, а процедуры выбора при многих критериях будут присутствовать лишь формально, «для статистики». Вряд ли такая ситуация будет приемлема для ЛПР. Проведем анализ для процедур оптимизации на основе других, традиционно используемых (см. параграф 2.1) критериев выбора.

Выбор по методу минимаксного критерия. Эти процедуры уже были проиллюстрированы в табл. 2.2. Для удобств иллюстрации феномена неадекватного выбора, имеющие место параметры и показатели снова приведены в табл. 2.14. Как уже отмечалось в параграфе 2.1, наилучшими по *минимаксному критерию* являются альтернативы ИС и ИП (они обе оптимальны по Парето, но если пренебречь разницей в оценках частного критерия З, то альтернатива ИС будет доминировать ИП – в этом случае альтернатива ИС будет принята оптимальной).

Выбор наилучшего решения по минимаксному критерию

	С	Д	З	П	Б	Максимум по строке
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	5000
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	5000
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	5050
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	5050

При этом структура показателей табл. 2.14 такова, что она обусловила следующее. *Феномен неадекватного выбора проявился явным образом*: дополнительный столбец со значениями функции выбора сформирован только из показателей одного частного критерия С. Остальные частные критерии не оказывают влияния на результат выбора. Вряд ли менеджер и ЛПР примут такое обоснование оптимального решения. Как видим, этот критерий не может быть использован для решений задач рассматриваемого типа.

Выбор по обобщенному минимаксному критерию. Для реализации такого подхода к решению задачи в последней строке табл. 2.15. определены показатели $g_{\min}(C_i)$ (координаты УТ) для каждого из частных критериев. С учетом их уже «исправлены» оценки частных критериев (их поделили на соответствующую координату УТ). По этим данным и реализованы процедуры выбора в табл. 2.15.

Как уже отмечалась в параграфе 2.2., наилучшей по *обобщенному минимаксному критерию* является альтернатива **ПС**. Подчеркнем, что выбор изменился (если сравнивать с традиционным минимаксным критерием).

Проанализируем структуру «исправленных» показателей частных критериев для обобщенного минимаксного критерия в табл. 2.15.

Таблица 2.15.

Выбор наилучшего решения по обобщенному минимаксному критерию

	С	Д	З	П	Б	Максимум по строке
ИС	1,00	1,00	1,04	1,00	10,32	10,32
ИП	1,00	1,54	1,00	1,22	11,05	11,05
ПС	1,01	1,00	1,33	1,25	1,19	1,33
ПП	1,01	1,54	1,25	1,30	1,00	1,54
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Их структура такова, что *феномен доминирования проявился частично*: на выбор совершенно не повлияли показатели первого частного критерия (при этом не исключено, что они будут особенно важны для ЛПР). Как видим, и этот критерий не позволит менеджеру обосновать выбор наилучшего решения.

Выбор по методу взвешенных оценок частных критериев. Для удобств сравнения частным критериям присвоены такие же веса, как и в параграфе 2.2.

Таблица 2.16.

Выбор наилучшего решения по методу взвешенных оценок частных критериев

	С	Д	З	П	Б	Сумма «исправленных» показателей
ИС	100	2,934	5,700	6,295	64,0	178,929
ИП	100	4,518	10,98	7,693	68,5	186,201
ПС	101	2,934	7,275	7,854	9,25	126,463
ПП	101	4,518	6,885	8,176	6,20	126,779
Веса	0,02	0,18	0,3	0,1	0,4	

Они приведены (с точностью до 10^{-3}) в последней строке табл. 2.16. В строках таблицы представлены уже «исправленные» показатели частных критериев (т.е. с учетом соответствующих весов) для альтернатив.

При этом показатели первого частного критерия, имея вес 0,02 (чтобы соответствовать модели, которая анализировалась в параграфе 2.2), практически, не повлияли на выбор оптимального решения (проверьте самостоятельно: если из анализа и таблицы удалить этот частный критерий, то выбор не изменится).

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. Требуемые процедуры иллюстрирует табл. 2.17, где представлены уже «исправленные» оценки частных критериев с учетом процедур ориентации выбора на утопическую точку (т.е. после их деления на C_{\min}^K).

Таблица 2.17.

Выбор наилучшего решения по методу обобщенного скалярного критерия

	С	Д	З	П	Б	Сумма по строке
ИС	1,00	1,00	1,04	1,00	10,32	14,36
ИП	1,00	1,54	1,00	1,22	11,05	15,81
ПС	1,01	1,00	1,33	1,25	1,19	5,78
ПП	1,01	1,54	1,25	1,30	1,00	6,1
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Наименьшее значение функции выбора указывает на альтернативу **ПС**. Таким образом, по методу обобщенного скалярного критерия оптимальным решением является поставка ТПА от посредника самовывозом. Структура оценок в табл. 2.17 такова, что феномен доминирования снова проявляется частично: на выбор больше всего влияют показатели последнего частного критерия (**Б**) – они заблокировали выбор всех альтернатив, кроме **ПС** и **ПП**. Показатели первого частного критерия (**С**) почти не повлияли на окончательный выбор (если из анализа удалить указанный частный критерий, то выбор не изменится).

Выбор по критерию идеальной точки. Координатами утопической точки являются наилучшие показатели столбцов табл. 2.13. – УТ (5000; 16,3; 18,3; 62,95; 15,5). «Расстояния» до УТ от анализируемых альтернатив приведены в последнем столбце табл. 2.18. Из табл. 2.18. видно, что наилучшей по *методу идеальной точки* является альтернатива **ПС**. Формат этого критерия также обнаруживает *явные признаки феномена доминирования*.

Таблица 2.18.

Выбор наилучшего решения по методу идеальной точки

	$[C - \min(C)]^2$	$[D - \min(D)]^2$	$[Z - \min(Z)]^2$	$[П - \min(П)]^2$	$[B - \min(B)]^2$	Сумма квadr. отклон.	Расстоя- ние до УТ
ИС	0,00	0,00	0,49	0,00	20880, 25	20880,74	144,5
ИП	0,00	77,44	0,00	195,30	24245,60	24518,30	156,6
ПС	2500	0,00	35,40	250,90	9,00	2795,30	52,9
ПП	2500	77,44	21,62	353,91	0,00	2952,97	54,3
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5		

Оптимальный выбор определился, как легко видеть, только по первому и по пятому частным критериям в связи с преобладанием их показателей в абсолютном выражении над показателями остальных критериев (если частные критерии Д, З, и П удалить из анализа, то при оптимизации решения в таком формате выбор по этому критерию останется таким же).

Критерий среднего геометрического / произведений. Требуемые процедуры выбора представлены в табл. 2.19. (использован формат критерия произведений).

Таблица 2.19.

Выбор наилучшего решения по методу среднего геометрического

	С	Д	З	П	Б	Произведение элементов по строкам
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	$15,59 \cdot 10^9$
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	$30,25 \cdot 10^9$
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	$2,90 \cdot 10^9$
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	$3,61 \cdot 10^9$

Наименьшее значение показателя дополнительного столбца (оно равно $2,90 \cdot 10^9$) соответствует альтернативе **ПС**. Эта альтернатива и будет *оптимальной по критерию среднего геометрического*. Чтобы установить имеются ли признаки доминирования одних критериев над другими (и соответственно нежелательный феномен неадекватного выбора), надо перейти к другому представлению показателей частных критериев. А именно, вместо исходно заданных показателей частных критериев надо рассмотреть их логарифмы (по любому основанию большему, чем единица). При этом процедуры получения результатов для функции выбора будут представлены на основе суммирования указанных логарифмов показателей частных критериев. Понятно, что при этом ранжирование альтернатив не изменится, но структура показателей будет более прозрачной и позволит установить, имеются ли признаки доминирования и неадекватного выбора. Указанные процедуры представлены в табл. 2.20, причем использован переход именно к десятичным логарифмам оценок частных критериев. Соответственно вместо произведений элементов таблицы по строкам (как это было сделано в табл. 2.19.) находится сумма полученных логарифмов оценок.

Выбор наилучшего решения по методу среднего геометрического
(переход к логарифмам показателей частных критериев)

	Десятичные логарифмы оценок частных критериев					Сумма элементов по строкам
	С	Д	З	П	Б	
ИС	3,699	1,212	1,279	1,799	2,204	10,193
ИП	3,699	1,399	1,262	1,886	2,233	10,480
ПС	3,703	1,212	1,389	1,895	1,267	9,462
ПП	3,703	1,399	1,361	1,912	1,190	9,557

Для представленной ситуации структура указанных слагаемых проиллюстрирует наличие феномена неадекватного выбора. Показатели первого частного критерия не влияют на выбор наилучшего решения (другими словами, если частный критерий С, представляющий показатели стоимости закупки товара, априори удалить из анализа, то при оптимизации решения по критерию среднего геометрического выбор останется таким же). Учитывая важность показателя стоимости закупки товара, вряд ли и менеджер, и ЛПР примут такое обоснование оптимального решения.

В качестве выводов по второй главе диссертационной работы можно сказать следующее:

Сфера управления закупками – часть интегрированного логистического менеджмента. Для принятия оптимальных решений в этой сфере требуется учитывать много факторов/показателей, в том числе и факторов риска, что обуславливает необходимость использования методов многокритериальной оптимизации. В этой работе задача управления закупками представлена как задача выбора наилучшего решения при многих критериях. Показано, что для ее решения может быть использован метод дерева решений. Даны иллюстрации того, что процедуры этого метода позволяют дополнительно учитывать самые разнообразные ограничения и

специфические особенности задач такого типа (например, выбор поставщика, выбор способа поставки товара и т.д.). При этом проблемы и риски, обусловливаемые форматом закупочной деятельности, могут быть формализованы в виде требований, накладываемых на показатели частных критериев.

Кроме этого в работе применительно к задачам нахождения наилучших решений по многим критериям при реализации закупок трубопроводной арматуры дана иллюстрация возможности неадекватного выбора относительно системы предпочтений ЛПП. Указанные феномены для задач рассматриваемого типа, как было проиллюстрировано, имеют место в формате многих традиционных критериев выбора, которые могли бы быть использованы при оптимизации соответствующих цепей поставок. Таким образом, в данной главе проиллюстрировано, что располагаемый менеджером арсенал традиционных критериев выбора, которые можно использовать без опаски воздействия указанного нежелательного феномена в формате задач управления закупками при многих критериях, оказывается значительно урезанным. Это может сделать проблемной саму возможность обеспечения адекватного выбора наилучшей альтернативы / решения в практических ситуациях применительно к задачам рассмотренного типа. Как можно помочь менеджеру избежать воздействия указанных нежелательных феноменов при оптимизации решений по закупкам? Как при этом не ограничивать доступный ему арсенал методов многокритериальной оптимизации? Ответ напрашивается сам: представленные во второй главе материалы исследования подчеркивают необходимость разработки специальных новых процедур выбора, свободных от воздействия указанных выше феноменов, чтобы можно было включить их в арсенал инструментов менеджера при решении таких задач. Соответствующее исследование будет представлено в третьей главе.

Глава 3. Разработка модифицированных методов многокритериальной оптимизации закупочной деятельности

3.1. Возможности специального использования процедур аналитической иерархии.

Элементы подхода, заложенного в формате широко применяемых сегодня процессов аналитической иерархии (далее – АИР, от англ. Analytical Hierarchy Process) [106], разработаны в 1971 г. профессором университета Пенсильвании Томасом Л. Саати.

В основе метода АИР реализуется идея направить усилия ЛПР на сравнение только вполне определённых или заданных (например, выделенных в качестве возможных, доступных или наиболее интересных) альтернативных решений [8, 42, 106].

Постановка задачи, решаемой с помощью метода АИР, как правило, выглядит следующим образом.

- Задана общая цель (или цели) назначения соответствующей системы.
- Заданы m альтернативных решений для достижения соответствующей цели.
- Заданы n критериев оценки имеющихся альтернатив в рамках анализируемой системы.
- Требуется выбрать наилучшую альтернативу.

Метод АИР предполагает реализацию следующих этапов для решения задачи представленного типа.

1. На первом этапе исходная задача структурируется в виде соответствующей иерархической структуры по уровням: цели – критерии – альтернативы.

2. Второй этап состоит в реализации попарных сравнений для элементов каждого уровня с учётом специфики требований элементов (критериев, целей) предыдущего более высокого уровня соответствующей иерархии. При этом результаты каждого отдельного такого сравнения (для каждого уровня иерархии) представляются сначала соответствующими

матрицами сравнений с учётом требований к согласованности суждений ЛПР. Затем определяются собственные вектора для каждой матрицы сравнений.

Замечание. При попарном сравнении элементов одного уровня иерархии (с позиции одного критерия более высокого уровня иерархии или соответствующих целей и т.п.) необходимо такие сравнения представлять количественными оценками. В некоторых случаях соответствующие количественные оценки могут быть получены как отношение соответствующих показателей критерия. В общем случае используют следующий подход, называемый шкалированием. А именно, соответствующие оценки ЛПР строит исходя из определённых эмпирических правил с учётом имеющегося собственного опыта и навыков. При попарных сравнениях ЛПР располагает шкалой словесных определений для относительной величины «важности» оцениваемых элементов одного уровня иерархии, причём каждому такому определению сопоставляется число от 1 до 9. Выбор соответствующей шкалы обуславливается как способностью человека производить разграничения сравниваемых элементов на качественном уровне, так и его психологическими пределами при одновременных сравнениях множества элементов. Соответствующая шкала относительной важности, позволяющая ЛПР формализовать свои суждения при попарных сравнениях на качественном уровне представлена в таблице 3.1. При этом ЛПР может использовать и «промежуточные» четные числа (т.е. числа 2, 4, 6, 8), выражая при этом соответственно «промежуточные» уровни относительной важности своих предпочтений.

Шкала попарных сравнений

№	Уровни относительной важности	Количественное значение
1	Равная важность (эквивалентность)	1
2	Умеренное превосходство	3
3	Существенное превосходство	5
4	Большое превосходство	7
5	Очень большое превосходство	9

3. На третьем этапе на основе найденных собственных векторов для каждой матрицы сравнений находятся «веса» или коэффициенты важности для сравниваемых элементов соответствующего уровня иерархии (критериев, альтернатив). Результаты этих процедур (по этапам 1-3 метода АНР) оформляются в виде специальных таблиц. При этом проверяется согласованность суждений ЛПР.

4. Затем вычисляются количественные индикаторы качества каждой из альтернатив, называемые их приоритетами, по которым и определяется наилучшее альтернативное решение для соответствующей системы.

В настоящей работе далее речь идет о специальных возможностях *синтеза процедур оптимизации при многих критериях с процессами аналитической иерархии*. Они позволят строить новые критерии выбора при решении задач многокритериальной оптимизации цепей поставок и систем логистики. Для реализации процедур выбора в формате критериев прямого типа менеджер-аналитик может поступать следующим образом. Он может ориентироваться не на исходные показатели анализируемых альтернатив, которые непосредственно заданы частными критериями, а на их «модифицированные или переоцененные значения». Их надо будет получать с использованием процедур сравнения по методу аналитической иерархии, чтобы учесть отношение ЛПР к заданным показателям. В формате предлагаемой здесь модификации указанные исходные показатели как бы

«ранжируются» по единой для всех частных критериев шкале с учетом отношения ЛПР к таким показателям. Соответствующая переоценка, модификация и «ранжирование» исходных показателей частных критериев реализуются на основе процедур сравнения по методу аналитической иерархии с учетом предпочтений ЛПР.

В формате предлагаемого подхода применительно к каждому частному критерию исходно заданные показатели альтернатив заменяются «коэффициентами важности» таких альтернатив по соответствующему частному критерию. Такие «коэффициенты важности» надо будет получать дополнительно (перед непосредственной реализацией процедур выбора). Для этого процедурам оптимизации критерия выбора должны предшествовать процедуры формализации и анализа матриц попарного сравнения анализируемых альтернатив по каждому частному критерию. В рамках таких процедур, как уже отмечалось, будет учтено отношение ЛПР к заданным показателям частных критериев. Это позволит сделать выбор более адекватным предпочтениям ЛПР. На основе анализа указанных матриц попарных сравнений и будут найдены «оценки или ранги важности» альтернатив по каждому частному критерию (с использованием процедур, разработанных в формате метода аналитической иерархии, причем с учетом положений и требований к согласованности соответствующих матриц попарных сравнений). Найденные «оценки или ранги важности» альтернатив и заменят исходно заданные показатели частных критериев в формате процедур многокритериальной оптимизации при нахождении наилучшего решения по конкретному критерию выбора. Процедуры оптимизации самого критерия выбора при этом не изменятся (но они будут использованы уже применительно к указанным «оценкам важности» альтернатив или их «модифицированным значениям» по частным критериям). Таким образом, каждому критерию выбора при решении задач многокритериальной оптимизации систем логистики будет сопоставлен новый модифицированный критерий, работающий с показателями в указанном специальном формате [12].

3.2. Разработка методов многокритериальной оптимизации закупок с применением процедур аналитической иерархии

Как уже было отмечено выше, практическая реализация процедур нахождения наилучших решений по многим критериям для задач управления закупками осложняется феноменами неадекватного выбора относительно системы предпочтений лица, принимающего решение (далее – ЛПР). Указанные феномены могут быть обусловлены форматом представления самих показателей частных критериев, а также направлением процедур их оптимизации. Для задач рассматриваемого типа они, как было проиллюстрировано при реализации закупок трубопроводной арматуры в главе 2, имеют место применительно ко многим традиционным критериям выбора, которые могли бы быть использованы при оптимизации соответствующих цепей поставок. Это может сделать проблемной саму возможность обеспечения адекватного выбора наилучшей альтернативы / решения в практических ситуациях применительно к задачам рассмотренного типа.

Устранять указанные выше феномены, учитывая при этом предпочтения ЛПР, можно за счет использования процедур аналитической иерархии (см., например, [8, 97]) при сравнении и оценках альтернатив.

Трудность и специфика задач оптимизации при многих критериях, в частности, состоит в том, что различные ЛПР могут выбирать разные альтернативные решения в качестве наилучших или оптимальных [8, 39]. Общим для всех ЛПР будет лишь то, что выбираемое наилучшее решение ищется среди решений оптимальных по Парето. Это понятие выделяет класс решений со следующим свойством. Для любого из них нельзя улучшить оценку ни одного из частных критериев (переходя к другим анализируемым решениям), не ухудшив при этом хотя бы одну оценку, какого - либо другого частного критерия. Таким образом, любое из указанных решений в формате задачи оптимизации при многих критериях может быть принято в качестве наилучшего (в определенном смысле и для определенного ЛПР). Поэтому,

чем большим будет арсенал методов многокритериальной оптимизации, которым владеет менеджер, тем легче ему найти то решение, которое будет наилучшим образом соответствовать системе предпочтений конкретного ЛПР.

Преобразование или переоценка показателей частных критериев (на основе синтеза с процедурами попарных сравнений). В формате предлагаемой модификации исходные данные будут преобразовываться в новые специальные показатели. Такое преобразование будет реализовано с учетом отношения ЛПР к сравниваемым исходным показателям частных критериев. Сравнение альтернатив реализуется отдельно по показателям каждого частного критерия. Наиболее эффективно указанное отношение формализуется на основе процедур попарных сравнений альтернатив, разработанных в формате процессов аналитической иерархии. Используемая при сравнении специальная 10-бальная шкала была разработана в формате указанного метода психологами. Она включает легкодоступные для понимания и индивидуальной интерпретации основные опорные положения / уровни при оценке превосходства одной альтернативой перед другой. Таких опорных уровней для сравнения альтернатив всего пять. Они приведены в табл. 3.1. ЛПР может выставлять и любые промежуточные баллы, а не только те, которые представлены в табл. 3.1. Например, при сравнении двух альтернатив по одному из частных критериев балл «4» будет означать более чем умеренное, но менее, чем существенное превосходство и т.д.

На основе шкалы попарных сравнений формируется матрица попарных сравнений по каждому частному критерию. При этом суждения ЛПР должны быть в достаточной степени согласованны. Такая согласованность характеризуется индексом согласованности (*ИС*). По требованиям метода АНР индекс согласованности не должен превышать 0,1. Процедуры проверки условий согласованности хорошо отработаны в формате метода АНР [8, 97]. Поэтому их описание опускается. На основе полученных матриц попарных сравнений определяются «веса» или «оценки важности» анализируемых альтернатив по каждому частному критерию. Указанные

«веса» или «оценки важности» альтернатив лягут в основу преобразованных показателей частных критериев. Именно они и будут оптимизироваться. Формат таких показателей позволяет менеджеру перейти к удобному их представлению (далее оценки важности альтернатив представляются в %). При этом *все частные критерии максимизируются*.

Таким образом, предварительно (до реализации процедур оптимизации по конкретному критерию выбора) необходимо сформировать матрицы попарных сравнений альтернатив по частным критериям **С, Д, З, П, Б**. В таблице 3.2. это реализовано для частного критерия **С**.

Таблица 3.2.

Попарные сравнения альтернатив по частному критерию **С**

	ИС	ИП	ПС	ПП
ИС	1	1	4	4
ИП	1	1	4	4
ПС	1/4	1/4	1	1
ПП	1/4	1/4	1	1

Заполнение табл. 3.2 происходит в результате попарных сравнений важности рассматриваемых альтернатив относительно друг друга по указанному частному критерию **С** (с учетом его показателей, представленных в таблице 3.1). При этом важность оценивается для альтернативы, представленной в каждой строке по отношению к альтернативе, представленной в каждом столбце. В частности, при сравнении альтернатив **ИС** и **ИП** по частному критерию **С** отметим следующее. Альтернатива **ИС** имеет равную важность по отношению к альтернативе **ИП**, поэтому на пересечении первой строки и второго столбца матрицы попарных сравнений в табл. 3.2 стоит значение «1». Соответственно альтернатива **ИП** также имеет равную важность по отношению к альтернативе **ИС**, что отражено на пересечении второй строки и первого столбца в табл. 3.2 значением «1». Матрица попарных сравнений является обратно-симметричной.

После формирования матрицы попарных сравнений определяются «оценки важности» альтернатив. Для определения показателей важности альтернатив к указанной матрице приписывается дополнительный столбец (см. табл. 3.3). Его элементы определяются следующим образом. Для каждой строки матрицы находят показатель среднего геометрического, который затем нормируют. В табл. 3.3. приведен дополнительный столбец для матрицы сравнений табл. 3.2. Чем больше значение показателя важности альтернативы, тем она более предпочтительна. Задача оптимизации применительно к таким новым показателям в формате каждого частного критерия будет задачей максимизации важности альтернативы. Для дополнительного столбца реализуется процедура специальной «нормировки»: каждый его элемент делится на сумму всех элементов столбца.

В рассматриваемой ситуации такая сумма элементов дополнительного столбца в табл. 3.3 составляет 5. Указанная процедура «нормировки» для первого элемента первой строки дает: $2/5 = 0,4$. Аналогично находятся остальные элементы нормированного столбца в табл. 3.3. Далее «оценки важности» альтернатив представлены процентами (последний столбец табл. 3.3).

Таблица 3.3.

«Оценки важности» альтернатив по частному критерию С

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	1	4	4	2,00	0,40	40
ИП	1	1	4	4	2,00	0,40	40
ПС	1/4	1/4	1	1	0,50	0,10	10
ПП	1/4	1/4	1	1	0,50	0,10	10

Замечание. Формат процедур АНР требует проверки суждений ЛПР (представленных в матрице сравнений альтернатив по каждому частному критерию) на согласованность. Для матрицы в табл. 3.3. индекс согласованности составляет $ИС=0$. Степень согласованности сравнений ЛПР в данном случае идеальна. Представленные показатели важности будут использованы для последующих процедур оптимизации.

В табл. 3.4 представлена матрица попарных сравнений по частному критерию Д и результаты для «оценок важности» альтернатив в %. Индекс согласованности равен 0 (идеальная матрица сравнений).

Таблица 3.4.

«Оценки важности» альтернатив по частному критерию Д

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» Столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	2	1	2	1,414	0,333	33,3
ИП	1/2	1	1/2	1	0,707	0,167	16,7
ПС	1	2	1	2	1,414	0,333	33,3
ПП	1/2	1	1/2	1	0,707	0,167	16,7

В табл. 3.5. представлены аналогичные атрибуты для частного критерия З. Индекс согласованности и в этом случае равен также 0. В табл. 3.6. – 3.7. представлены атрибуты такого анализа для частных критериев П и Б. Индекс согласованности для частного критерия П равен 0,003 и для Б – 0,011 (хорошая согласованность суждений ЛПР).

Таблица 3.5.

«Оценки важности» альтернатив по частному критерию З

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	1	2	2	1,414	0,333	33,3
ИП	1	1	2	2	1,414	0,333	33,3
ПС	1/2	1/2	1	1	0,707	0,167	16,7
ПП	1/2	1/2	1	1	0,707	0,167	16,7

Таблица 3.6.

«Оценки важности» альтернатив по частному критерию П

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	2	2	3	1,861	0,423	42,3
ИП	½	1	1	2	1,000	0,227	22,7
ПС	½	1	1	2	1,000	0,227	22,7
ПП	1/3	1/2	1/2	1	0,537	0,122	12,2

Таблица 3.7.

«Оценки важности» альтернатив по критерию Б

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	2	1/7	1/7	0,449	0,071	7,1
ИП	1/2	1	1/8	1/9	0,289	0,046	4,6
ПС	7	8	1	1	2,736	0,435	43,5
ПП	7	9	1	1	2,817	0,448	44,8

В табл. 3.8. сведены «оценки важности» альтернатив по всем критериям (в процентном измерении). Их далее интерпретируем как новые модифицированные показатели частных критериев. Чтобы подчеркнуть это, соответствующие частные критерии в задачах управления закупками применительно к такой ситуации далее обозначаются через **См**, **Дм**, **Зм**, **Пм**, **Бм** (дополнительная буква «м» в обозначении критерия выбора обращает внимание на его модификацию). Все такие показатели *максимизируются* (одинаковое направление процедур оптимизации уже сразу позволит исключить феномен «слепоты» [7]).

Таблица 3.8.

Модифицированные/переоцененные показатели частных критериев
(с учетом предпочтений ЛПР)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7,1
ИП	40	16,7	33,3	22,7	4,6
ПС	10	33,3	16,7	22,7	43,5
ПП	10	16,7	16,7	12,2	44,8

При новых значениях переоцененных показателей (с учетом предпочтений ЛПР) некоторые альтернативы могут перестать быть оптимальными по Парето. В формате рассмотренной модели так и случилось. При учете предпочтений ЛПР альтернатива **ИП** уже не является оптимальной по Парето (в новых показателях ее доминирует альтернатива **ИС**). Такие альтернативы можно исключить из анализа (но для удобств иллюстрации и сравнений они оставлены в последующих таблицах).

Отметим, что наибольшие / наилучшие по столбцам переоцененные показатели частных критериев будут представлены вектором (40; 33,3; 33,3; 42,3; 44,8). Для рассматриваемой задачи многокритериальной оптимизации этот вектор представляет координаты, так называемой, утопической точки в поле полезностей.

Иллюстрации процедур оптимизации: сопоставление традиционного и модифицированного подходов к оптимизации. Приведем иллюстрации эффективности предложенных выше процедур синтеза при решении задач многокритериальной оптимизации при управлении закупками. Для этого сопоставим результаты выбора наилучшей альтернативы, получаемые на основе традиционного подхода к решению анализируемой задачи многокритериальной оптимизации (показатели частных критериев минимизируются), и получаемые на основе предложенного в этой работе нового модифицированного подхода с учетом «переоцененных показателей или рангов важности» альтернатив (показатели частных критериев максимизируются). Выбор по традиционным критериям реализуется на основе исходных данных табл. 2.1. Выбор по модифицированным критериям осуществляется с учетом предложенных процедур синтеза – на основе оценок «важности» альтернатив по частным критериям, которые даны в табл. 3.8.

Выбор по минимаксному критерию (в поле потерь для исходных показателей). Требуемые процедуры представлены в табл. 3.9.

Таблица 3.9.

Показатели альтернатив по минимаксному критерию ($\rightarrow \min$)

	С	Д	З	П	Б	Минимакс
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	5000
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	5000
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	5050
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	5050

Альтернативы **ИС** (поставка от изготовителя самовывозом) и **ИП** (поставка от изготовителя транспортом поставщика) являются наилучшими решениями в формате метода минимаксного критерия. *Феномен неадекватного выбора проявился явным образом:* дополнительный столбец со значениями функции выбора сформирован только из показателей одного частного критерия **С**. Остальные частные критерии не оказывают влияния на

результат выбора. Это обусловлено форматом показателей первого частного критерия (его показатели, как минимум, на два порядка превышают показатели остальных частных критериев, что будет присуще задачам управления закупками рассматриваемого типа). Указанный выше феномен будет устранен, если использовать предложенную модификацию. Проиллюстрируем это.

Выбор по модифицированному аналогу минимаксного критерия.

В такой ситуации рассматриваемая модификация реализуется следующим образом. Вместо исходно заданных показателей частных критериев (табл. 2.1) анализируются их модифицированные или переоцененные значения (табл. 3.8.). При этом все модифицированные/переоцененные показатели частных критериев максимизируются (чем больше важность альтернативы, тем она более предпочтительна).

Переопределение исходной задачи на минимум в задачу на максимум для сохранения линий уровня критерия выбора требует использовать максиминный критерий. Эти процедуры представлены в табл. 3.10. Как видно из табл. 3.10, структура модифицированных показателей частных критериев значительно снижает воздействие нежелательного феномена неадекватного выбора к показателю критерия С. При формировании дополнительного столбца из минимумов элементов по строкам таблицы уже участвуют показатели частных критериев **См** и **Бм**.

Таблица 3.10

Показатели альтернатив по максиминному критерию ($\rightarrow \max$)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Значения функции Выбора
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7,1	7,1
ИП	40	16,7	33,3	22,7	4,6	4,6
ПС	10	33,3	16,7	22,7	43,5	10
ПП	10	16,7	16,7	12,2	44,8	10

Структура значений, которые задают матрицу в табл. 3.10, позволяет также утверждать, что определенные отклонения в таких значениях (например, при другой реализации сравнений в матрице табл. 3.2.-3.8) и другие частные критерии будут принимать участие в выборе. В результате процедур оптимизации в качестве наилучших альтернатив будут предложены **ПС** (поставка от посредника самовывозом) и **ПП** (поставка от посредника транспортом поставщика). Феномен неадекватного выбора, который имел место до модификации этого критерия выбора, теперь практически, может не проявляться в задачах управления закупками рассматриваемого типа.

Выбор по обобщенному минимаксному критерию. Процедуры выбора по указанному критерию представлены в табл. 3.11. В качестве наилучшего будет выбрано решение **ПС** (поставка от посредника самовывозом). Подчеркнем, что нежелательный феномен имеет место. На формирование дополнительного столбца значений функции выбора не оказывают влияние показатели первого и четвертого частных критериев (критерии **С** и **П**). Существенное влияние оказывают значения частного критерия **Б**. Покажем, что указанный феномен может быть устранен, если при выборе наилучшего решения использовать предложенный в этой работе подход к модификации такого критерия выбора.

Таблица 3.11

Показатели альтернатив по обобщенному минимаксному критерию ($\rightarrow \min$)

	С/min(C)	Д/min(D)	З/min(Z)	П/min(P)	Б/min(B)	Значения функции выбора
ИС	1	1	1,038251	1	10,32258	10,32258
ИП	1	1,539877	1	1,222002	11,04839	11,04839
ПС	1,01	1	1,325137	1,247617	1,193548	1,325137
ПП	1,01	1,539877	1,254098	1,298848	1	1,539877
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Выбор по модифицированному аналогу обобщенного минимаксного критерия. При максимизации переоцененных показателей (оценок «важности») всех частных критериев необходимо учесть, что УТ= (40; 33,3; 33,3; 42,3; 44,8) теперь состоит из наибольших/наилучших «оценок важности» рассматриваемых критериев, которые были приведены в табл. 3.8. Результаты оптимизации сведены в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Показатели альтернатив по модифицированному обобщенному минимаксному критерию ($\rightarrow \max$)

	С/ max(C)	Д/ max(D)	З/ max(З)	П/ max(П)	Б/ max(Б)	Значения ф-и выбора
ИС	1	1	1	1	0,158482	0,15848214
ИП	1	0,501502	1	0,536643	0,102678	0,10267857
ПС	0,25	1	0,501502	0,536643	0,970982	0,25
ПП	0,25	0,501502	0,501502	0,288416	1	0,25
УТ	40	33,3	33,3	42,3	44,8	

Наилучшие решения – альтернативы **ПС** (поставка от посредника самовывозом) и **ПП** (поставка от посредника транспортом поставщика). Обратим внимание на снижение воздействия нежелательного феномена, который имел место в формате исходной задачи оптимизации при многих критериях ($\rightarrow \min$). Теперь могут учитываться показатели всех частных критериев. Чтобы убедиться в этом, достаточно рассмотреть ситуации с другими оценками матриц сравнений в табл. 3.2-3.8. Таким образом, и в этом случае можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений при управлении закупками.

Выбор по обобщенному скалярному критерию. Результаты оптимизации представлены в табл. 3.13.

В качестве наилучшей альтернативы будет выбрано решение **ПС** (поставка от посредника самовывозом). Структура оценок в табл. 3.13. такова, что *феномен доминирования проявляется частично*: на выбор больше всего влияют показатели последнего частного критерия (**Б**) – они заблокировали

выбор всех альтернатив, кроме **ПС** и **ПП**. Показатели первого частного критерия (**С**) практически не могут повлиять на окончательный выбор (если из анализа и из таблицы удалить указанный частный критерий, то выбор не изменится).

Таблица 3.13

Показатели альтернатив по обобщенному скалярному критерию ($\rightarrow \min$)

	$\frac{C_1 - \min(C)}{\min(C)}$	$\frac{D - \min(D)}{\min(D)}$	$\frac{3 - \min(3)}{\min(3)}$	$\frac{П - \min(П)}{\min(П)}$	$\frac{Б - \min(Б)}{\min(Б)}$	Значения функции выбора
ИС	0	0	0,038251	0	9,322581	9,360832
ИП	0	0,539877	0	0,222002	10,04839	10,81027
ПС	0,01	0	0,325137	0,247617	0,193548	0,776302
ПП	0,01	0,539877	0,254098	0,298848	0	1,102824
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	

Покажем, что предложенные процедуры модификации позволят устранить указанный феномен.

Выбор по модифицированному обобщенному скалярному критерию. Процедуры выбора по модифицированному обобщенному скалярному критерию представлены в табл. 3.14. Наилучшей будет альтернатива **ИС** (поставка от изготовителя самовывозом).

Таблица 3.14.

Показатели альтернатив по модифицированному обобщенному скалярному критерию ($\rightarrow \max$)

	С/ max(C)	Д/ max(D)	З/ max(З)	П/ max(П)	Б/ max(Б)	Значения функции выбора
ИС	1	1	1	1	0,158482	4,1584821
ИП	1	0,5015	1	0,53664	0,102678	3,1408231
ПС	0,25	1	0,5015	0,53664	0,970982	3,2591267
ПП	0,25	0,5015	0,5015	0,28842	1	2,5414191
УТ	40	33,3	33,3	42,3	44,8	

Имевшее место в табл. 3.13 преобладание исходных показателей последнего частного критерия в новой модифицированной задаче оптимизации закупок при многих критериях устранено.

Выбор по критерию среднего геометрического. Результаты процедур оптимизации представлены в табл.3.15. Наименьшее значение показателя произведения (указывает на наилучшее решение) соответствует альтернативе **ПС** (поставка **ТПА** от посредника самовывозом). Чтобы установить, проявляется ли нежелательный феномен неадекватного выбора, надо перейти к другому представлению показателей частных критериев.

Таблица 3.15.

Показатели альтернатив по критерию среднего геометрического ($\rightarrow \min$)

	С	Д	З	П	Б	Произведение оценок частных критериев
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	15596492000
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	30254703464
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	2900277321
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	3686664778

Вместо исходно заданных показателей частных критериев рассмотрим их десятичные логарифмы. Показатели функции выбора получены на основе суммирования указанных логарифмов. Указанные процедуры представлены в табл. 3.15 (доп).

Таблица 3.15.(доп).

Показатели альтернатив по методу среднего геометрического
(переход к логарифмам показателей частных критериев)

	Десятичные логарифмы оценок частных критериев					Сумма элементов по строкам
	С	Д	З	П	Б	
ИС	3,699	1,212	1,279	1,799	2,204	10,193
ИП	3,699	1,399	1,262	1,886	2,233	10,480
ПС	3,703	1,212	1,389	1,895	1,267	9,462
ПП	3,703	1,399	1,361	1,912	1,190	9,557

Для представленной ситуации структура указанных слагаемых проиллюстрирует наличие феномена неадекватного выбора. Действительно в этом формате представления задачи оптимизации по критерию среднего геометрического видно, что показатели первого частного критерия не могут повлиять на выбор наилучшего решения (другими словами, если частный критерий С, представляющий показатели стоимости закупки товара, априори удалить из анализа, то при оптимизации решения по критерию среднего геометрического выбор останется таким же).

Учитывая важность показателя стоимости закупки товара, вряд ли и менеджер, и ЛПР примут такое обоснование оптимального решения. Покажем, что переход к модифицированным показателям позволит исключить воздействие указанного феномена.

Выбор по модифицированному критерию среднего геометрического. При рассматриваемой модификации необходимо учесть: 1) переход к новым оценкам «важности» анализируемых альтернатив; 2) требование их максимизации для всех частных критериев. Результаты и процедуры выбора представлены в табл.3.16.

Наилучшее решение - альтернатива **ИС** (поставка ТПА от производителя самовывозом). Применительно к этой модификации также

можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений.

Таблица 3.16.

Показатели альтернатив по модифицированному критерию среднего геометрического ($\rightarrow \max$)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Значения функции выбора
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7,1	13321317,35
ИП	40	16,7	33,3	22,7	4,6	2322760,248
ПС	10	33,3	16,7	22,7	43,5	5491308,195
ПП	10	16,7	16,7	12,2	44,8	1524301,184

Чтобы проиллюстрировать это, перейдем к другому представлению показателей модифицированных частных критериев (рассмотрим их логарифмы). Процедуры оптимизации в новом формате представлены в табл. 3.17., причем использован переход к десятичным логарифмам оценок частных критериев. Наилучшее решение - альтернатива **ИС** (поставка ТПА от изготовителя самовывозом). При этом отсутствует феномен неадекватного выбора (небольшие отклонения в показателях всех частных критериев могут изменить ранжирование альтернатив).

Таблица 3.17

Показатели альтернатив по модифицированному критерию среднего геометрического (переход к логарифмам показателей модифицированных частных критериев)

	Десятичные логарифмы оценок модифицированных частных критериев					Сумма элементов по строкам
	С	Д	З	П	Б	
ИС	1,602	1,522	1,522	1,626	0,851	7,125
ИП	1,602	1,223	1,522	1,356	0,663	6,366
ПС	1	1,522	1,223	1,356	1,638	6,739
ПП	1	1,223	1,223	1,086	1,651	6,183

Применительно к этой модификации также можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений.

Выбор по критерию идеальной точки. Процедуры выбора представлены в табл. 3.18.

Таблица 3.18

Показатели альтернатив по методу идеальной точки ($\rightarrow \min$)

	(С- $\min(C))^2$	(Д- $\min(D))^2$	(З- $\min(Z))^2$	(П- $\min(P))^2$	(Б- $\min(B))^2$	Сумма квадратов отклонений	Расстояние до УТ
ИС	0	0	36	0	20880,25	20916,25	144,624514
ИП	0	77,44	44,89	195,301	24258,06	24575,693	156,766365
ПС	2500	0	0,5625	242,97	9	2752,5327	52,4645848
ПП	2500	77,44	4,2025	353,91	0	2935,5527	54,1807406
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5		

Наименьшее расстояние до УТ соответствует наилучшей альтернативе **ПС** (поставка товара от посредника самовывозом). Формат этого критерия также обнаруживает *явные признаки феномена доминирования*. Оптимальный выбор определился, как легко видеть, только по первому и по пятому частным критериям в связи с преобладанием их показателей в абсолютном выражении над показателями остальных критериев.

Выбор по модифицированному критерию идеальной точки. Переход к «коэффициентам важности» альтернатив и их максимизация для всех частных критериев требует избрать в качестве УТ точку с наибольшими значениями «коэффициентов важности». Процедуры оптимизации представлены в табл. 3.19.

Показатели альтернатив по модифицированному методу идеальной точки

(→max)

	(С- $\max(C))^2$	(Д- $\max(D))^2$	(З- $\max(Z))^2$	(П- $\max(P))^2$	(Б- $\max(B))^2$	Сумма квадратов отклонений	Расстояние до УТ
ИС	0	0	0	0	1421,3	1421,29	37,7
ИП	0	275,56	0	384,16	1616,1	2275,76	47,70
ПС	900	0	275,56	384,16	1,69	1561,41	39,51
ПП	900	275,56	275,56	906,01	0	2357,13	48,55
УТ	40	33,3	33,3	42,3	44,8		

Наилучшей альтернативой по модифицированному методу идеальной точки является альтернатива **ИС** (поставка от изготовителя самовывозом). При этом также обратите внимание на отсутствие отмеченного выше нежелательного феномена. Как видим, переход к модифицированным критериям меняет и выбор, и ранжирование альтернатив в формате метода идеальной точки. Таким образом, и в этом случае можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений применительно к задачам управления закупок рассматриваемого типа.

Если проанализировать все полученные результаты, то можно заметить, что как при использовании традиционных подходов к выбору наилучшего решения по закупкам, так и при модифицированных критериях выбора в качестве оптимального решения чаще всего определялась альтернатива **ПС** (поставка от посредника самовывозом). Может ли это означать, что эта альтернатива должна быть признана самой лучшей для ЛПР в анализируемой ситуации? В общем случае – нет. Подчеркнем, что согласно теории наилучший выбор при многих критериях для различных ЛПР может отличаться. В этом нет противоречия. Для этого теория и предлагает различные критерии выбора. Кроме тех критериев выбора, которые были представлены выше для иллюстрации в этой работе, менеджер может

использовать и многие другие. Чем большим арсеналом таких методов владеет менеджер, тем более адекватным можно будет сделать выбор применительно к системе предпочтений конкретного ЛПР.

3.3. Многокритериальная оптимизация закупок с учетом рентабельности, определяемой форматом модели стратегической прибыли

В параграфах 2.2. и 3.2. рассматривалась модель, когда для выбора наилучших решений учитывались пять частных критериев: стоимость закупки товара; издержки *доставки* товара; средние ожидаемые потери в результате *задержки* поставки товара; издержки, связанные с *просрочкой* платежа; издержки, связанные с поставкой *бракованных* или некачественных товаров.

В данной работе модифицируется рассмотренная в параграфах 2.2. и 3.2. модель многокритериальной оптимизации введением дополнительного частного критерия - максимизации рентабельности собственного капитала. Важность такого частного критерия несомненна. Рассмотрим, как это повлияет на выбор решения.

Показатели альтернатив по пяти частным критериям С, Д, З, П, Б отражают имеющийся статистический материал для рассматриваемых типов издержек и представлены в табл. 2.1. Показатель ROE подлежит нахождению. При этом на факторы производственно-хозяйственной и финансовой деятельности предприятия, которые являются составляющими элементами ROE, окажут влияние показатели частных критериев С, Д, З, П, Б.

Определение доходности собственного капитала с помощью модели стратегической прибыли. Итоговым показателем модели стратегической прибыли является рентабельность собственного капитала (ROE), а составляющими элементами - факторы производственно-хозяйственной и финансовой деятельности предприятия. Среди основных факторов модели можно выделить:

1. Рентабельность продаж (норма прибыли), источником информации для расчета является форма №2 бухгалтерской отчетности «Отчет о прибылях и убытках» (табл. 3.20., приведена для иллюстрации).

Таблица 3.20.

Отчет о прибылях и убытках предприятия	
Статья	Сумма, тыс. руб.
Выручка от продаж	55 162
Себестоимость реализованной продукции	42 940
Валовая прибыль	12 222
Операционные затраты	8 530
Переменные	1 855
Постоянные	6 675
Прибыль до налогообложения	3 692
Налог на прибыль	738

2. Эффективность использования активов (оборачиваемость активов), обобщает показатели разделов формы №1 «Бухгалтерский баланс»: I «Внеоборотные активы» и II «Оборотные активы» (табл. 3.21, приведена для иллюстрации).

Таблица 3.21.

Бухгалтерский баланс предприятия	
Статья	Сумма, тыс. руб.
Актив	
Внеоборотные активы	
Нематериальные активы	0
Основные средства	14 047
Прочие компоненты внеоборотных активов	3 283
Общая стоимость внеоборотных активов	17 330
Оборотные активы	
Запасы	35 895
Дебиторская задолженность	52 667
Другие компоненты оборотных активов	1 106
Общая стоимость оборотных активов	89 669
Баланс	106 999

Пассив	
Капитал и резервы	
Основной капитал	2 696
Нераспределенная прибыль	24 647
Общая сумма по капиталу и резервам	27 343
Долгосрочные обязательства	
Займы и кредиты, подлежащие гашению более, чем через 12 месяцев после отчетной даты	17 788
Краткосрочные обязательства	
Кредиторская задолженность	60 424
Займы и кредиты	68
Прочие компоненты краткосрочных обязательств	1 376
Общая сумма краткосрочных обязательств	61 868
Баланс	106 999

3. Финансовый рычаг (леверидж), рассчитываемый на основе информации из пассивного раздела баланса предприятия. Этот показатель отражает структуру капитала, авансированного в деятельность предприятия, и рассчитывается следующим образом [76]:

$$\text{Финансовый рычаг} = \frac{\text{Общий капитал}}{\text{Собственный капитал}}$$

где Общий капитал представляет собой сумму по всем источникам формирования активов, отражаемых в следующих разделах баланса: III («Капитал и резервы»), IV («Долгосрочные обязательства») и V («Краткосрочные обязательства»); среди долгосрочных и краткосрочных обязательств можно выделить: займы и кредиты, подлежащие погашению как в течение 12 месяцев после отчетной даты, так и более, кредиторскую задолженность, доходы будущих периодов.

Собственный капитал отражает только источники формирования активов по III разделу баланса (например, уставный капитал, нераспределенная прибыль и непокрытый убыток как прошлых лет, так и отчетного периода).

В качестве переменных затрат в модели фирмы Дюпон подразумеваются коммерческие расходы, связанные с реализацией (реклама, комиссионные торговых агентов, транспортные расходы и т.д.), не включаемые в себестоимость приобретаемых товаров и не связанные напрямую с объемом закупок. Постоянные затраты включают управленческие, операционные, внереализационные расходы предприятия.

Суть методики сводится к разложению формулы расчета доходности собственного капитала на факторы, влияющие на эту доходность.

Проведём анализ доходности собственного капитала и рассчитаем величину её изменения при использовании описанных параграфе 2.2 четырёх альтернатив поставки продукции (ИС – поставка от изготовителя самовывозом, ИП – поставка от изготовителя транспортом поставщика, ПС – поставка от посредника самовывозом, ПП – поставка от посредника транспортом поставщика).

Рентабельность собственного капитала должна **максимизироваться**, а **частные показатели**, влияющие на факторы финансово-хозяйственной деятельности предприятия **С** (*стоимость* закупки товара); **Д** (*издержки доставки* товара); **З** (*средние ожидаемые потери в результате задержки* поставки товара); **П** (*издержки, связанные с просрочкой* платежа); **Б** (*издержки, связанные с поставкой бракованных или некачественных товаров*) - **минимизируются**.

Рассмотрим влияние вышеназванных частных критериев на факторы финансово-хозяйственной деятельности предприятия. При анализе четырех представленных альтернатив закупки наблюдается изменение показателей частных критериев. Изменение стоимости закупки товара, изменение издержек доставки продукции и издержки, связанные с поставкой

бракованных и некачественных товаров отразятся на величине себестоимости реализуемой продукции. Величина потерь в результате задержки поставки товаров и величина издержек, связанных с просрочкой платежа, влияют на величину постоянных операционных издержек.

В связи с тем, что в обычной хозяйственной деятельности, как правило, принимаются решения о закупке ТПА у изготовителя (по минимальной цене закупки) самовывозом (для минимизации затрат на транспортировку), то первоначальный (базовый) расчет доходности собственного капитала принят для альтернативы ИС. Рассчитаем величину доходности собственного капитала для базовой альтернативы ИС (источник информации для расчета - формы №1 и №2 бухгалтерской отчетности предприятия, таблицы 3.20. и 3.21.).

Доходность собственного капитала = Финансовый рычаг x Доходность активов

$$\begin{aligned} \text{Финансовый рычаг} &= \text{Общий капитал} / \text{Собственный капитал} = \\ &= 106999 / 27343 = 3,913 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Доходность активов} &= \text{Маржа по чистой прибыли} \times \\ &\times \text{Оборачиваемость активов} = \text{Чистая прибыль} / \text{Выручка от продаж} \times \\ &\times \text{Выручка от продаж} / \text{Общая стоимость активов} = \\ &= (\text{Валовая прибыль} - \text{Операционные издержки} - \text{Налог на прибыль}) / \text{Выручка} \\ &\text{от продаж} \times \text{Выручка от продаж} / (\text{Основные фонды} + \text{Текущие активы}) = \\ &= ((\text{Выручка от продаж} - \text{Себестоимость реализованной продукции}) - \\ &(\text{Постоянные затраты} + \text{Переменные затраты}) - \text{Налог на прибыль}) / \text{Выручка} \\ &\text{от продаж} \times \text{Выручка от продаж} / (\text{Основные фонды} + \text{Дебиторская} \\ &\text{задолженность} + \text{Запасы} + \text{Прочие текущие активы}) = \\ &= ((55162 - 42940) - (6675 + 1855) - 738) / 55162 \times 55162 / (17330 + 52667 + \\ &35895 + 1106) = 0,276 \end{aligned}$$

Таким образом, для доходности собственного капитала получаем значение $3,913 \times 0,276 = 0,108$.

Представим результаты расчета в виде схемы (см. рис. 3.1).

Значения факторов производственно-хозяйственной и финансовой деятельности предприятия других альтернатив рассматриваются как изменения от базовых значений (табл. 3.22.).

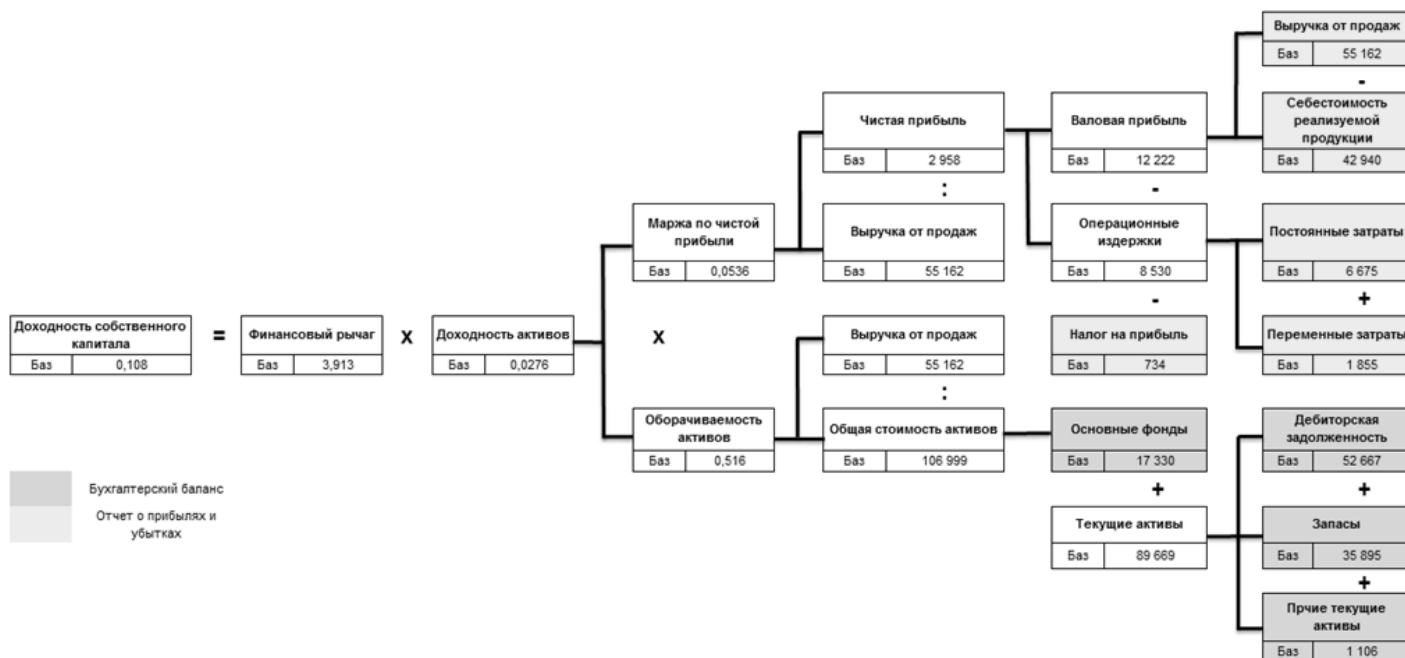


Рис. 3.1 Расчет доходности собственного капитала для базовой альтернативы ИС (закупка у изготовителя с доставкой самовывозом)

Расчет изменений факторов финансово-экономической деятельности осуществляется следующим образом. На Себестоимость реализуемой продукции, как было отмечено выше, влияют стоимость закупки товара (С), издержки доставки (Д) и издержки, связанные с поставкой бракованных и некачественных товаров (Б). Для базовой альтернативы ИС (см. таб. 2.1) эти значения соответственно принимают значения 5000; 16,3 и 160; для альтернативы ИП – значения 5000; 25,1 и 171,25; для альтернативы ПС – значения 5050; 16,3 и 18,5; для альтернативы ПП – значения 5050; 25,1 и 15,5.

Найдя изменение суммы этих показателей и прибавить его к значению Себестоимости реализованной продукции базовой альтернативы ИС, получим Себестоимость реализованной продукции других альтернатив (см. табл. 3.23).

Значение факторов финансово-экономической деятельности
для альтернатив ИС, ИП, ПС, ПП

Статья	Сумма, тыс. руб.	Альтернативы		
	ИС/Базовый	ИП	ПС	ПП
Выручка от продаж	55 162	55 162	55 162	55 162
Себестоимость реализованной продукции	42 940	42 960	42 849	42 854
Валовая прибыль	12 222	12 202	12 313	12 308
Операционные затраты	8 530	8 544	8 551	8 553
Переменные	1 855	1 855	1 855	1 855
Постоянные	6 675	6 688	6 696	6 698
Прибыль до налогообложения	3 692	3 658	3 762	3 755
Налог на прибыль	738	732	752	751
Чистая прибыль	2 954	2 926	3 010	3 004

Вычитая из значения фактора Выручка от продаж полученных значений Себестоимости реализованной продукции получим значения Валовой прибыли (см. табл. 3.22.).

Таблица 3.23

Показатели альтернатив по частным критериям С, Д, Б

	С	Д	Б	Сумма показателей	Изменение суммы показателей относительно ИС	Себестоимость реализованной продукции
ИС	5000	16,3	160	5176,3	0	42940
ИП	5000	25,1	171,25	5196,35	20,05	42960,05
ПС	5050	16,3	18,5	5084,8	-91,5	42848,5
ПП	5050	25,1	15,5	5090,6	-85,7	42854,3

На величину постоянных операционных издержек влияют величина потерь в результате задержки поставки товаров (**З**) и величина издержек, связанных с просрочкой платежа (**П**). Для базовой альтернативы **ИС** (см. таб.2.1) эти значения соответственно 19 и 62,95; для **ИП** – 18,3 и 76, 925; для **ПС** – 24,25 и 78,5375; для **ПП** – 22,95 и 81, 7625. Найдя изменение суммы этих показателей и прибавить его к значению Постоянные операционные издержки базовой альтернативы **ИС**, получим Постоянные операционные издержки других альтернатив (см. таб. 3.24.). При сложении этих значений со значениями Переменных затрат получим значение фактора Операционные издержки по четырем альтернативам (см. таб.3.22.). Вычитая из значений Прибыли до налогообложения по четырем альтернативам налог на прибыль (20%) получим значения Чистой прибыли по соответствующим альтернативам (см. табл. 3.22.).

Таблица 3.24

Показатели альтернатив по частным критериям З, П

	З	П	Сумма показателей	Изменение суммы показателей относительно ИС	Постоянные издержки
ИС	19	62,95	81,95	0	6675
ИП	18,3	76,925	95,225	13,275	6688,275
ПС	24,25	78,5375	102,7875	20,8375	6695,838
ПП	22,95	81,7625	104,7125	22,7625	6697,763

Расчет величины доходности собственного капитала для каждой из рассматриваемых альтернатив осуществляем аналогично расчету, показанному для базовой альтернативы **ИС**. Результаты расчета представим в виде схемы (рис.3.2.).

Таким образом, осуществив расчеты с помощью модели фирмы Дюпон (см. рис.3.2), максимальная рентабельность собственного капитала 11% соответствует альтернативе ПС (поставка ТПА от посредника самовывозом). Так определено лучшее решение исходя из выбора по одному критерию (доходности собственного капитала). Как уже было отмечено выше, в процессе хозяйственной деятельности предприятия менеджеру приходится делать выбор исходя из сразу нескольких критериев.

Представленную модель соотнесем с рассмотренной ранее в параграфах 2.2. и 3.2. моделью оптимизации закупок по многим критериям. Рассмотрим, изменится ли выбор наилучшего решения, если в качестве одного из частных критериев включать рентабельность собственного капитала.

Выбор наилучшего решения. Как уже было отмечено, показатели альтернатив по частным критериям С, Д, З, П, Б отражают имеющийся статистический материал для рассматриваемых типов издержек и представлены в первых пяти столбцах табл. 3.25 (в тыс.руб.). Показатель ROE максимизируется, является относительным и найден с помощью модели Дюпон. Чтобы все частные критерии имели одну направленность (минимизировались), далее при оптимизации будем учитывать показатель $1/ROE$ (обозначим его как Р, табл. 3.25).

Таблица 3.25

Показатели альтернатив по частным критериям

	С	Д	З	П	Б	Р
ИС	5000	16,3	19,00	62,9500	160,00	9,26
ИП	5000	25,1	18,30	76,9250	171,25	9,34
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,50	9,08
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,50	9,10

Далее осуществим выбор наилучшего решения: 1) с помощью традиционных методов многокритериальной оптимизации (см. параграф 2.2);

2) с помощью модифицированных методов, выведенных с использованием процедур аналитической иерархии в (см. параграф 3.2).

Выбор наилучшего решения с помощью традиционных методов многокритериальной оптимизации. Наилучшие варианты организации закупок найдем по методам: минимаксного критерия, взвешенных оценок частных критериев, обобщенного скалярного критерия, идеальной точки и критерия среднего геометрического. Напомним, что использование конкретного метода выбора на практике будет определяться системой предпочтений ЛПР. Чем большим арсеналом таких подходов к выбору наилучшего решения владеет менеджер, тем лучше он может адаптировать выбор к системе предпочтений ЛПР.

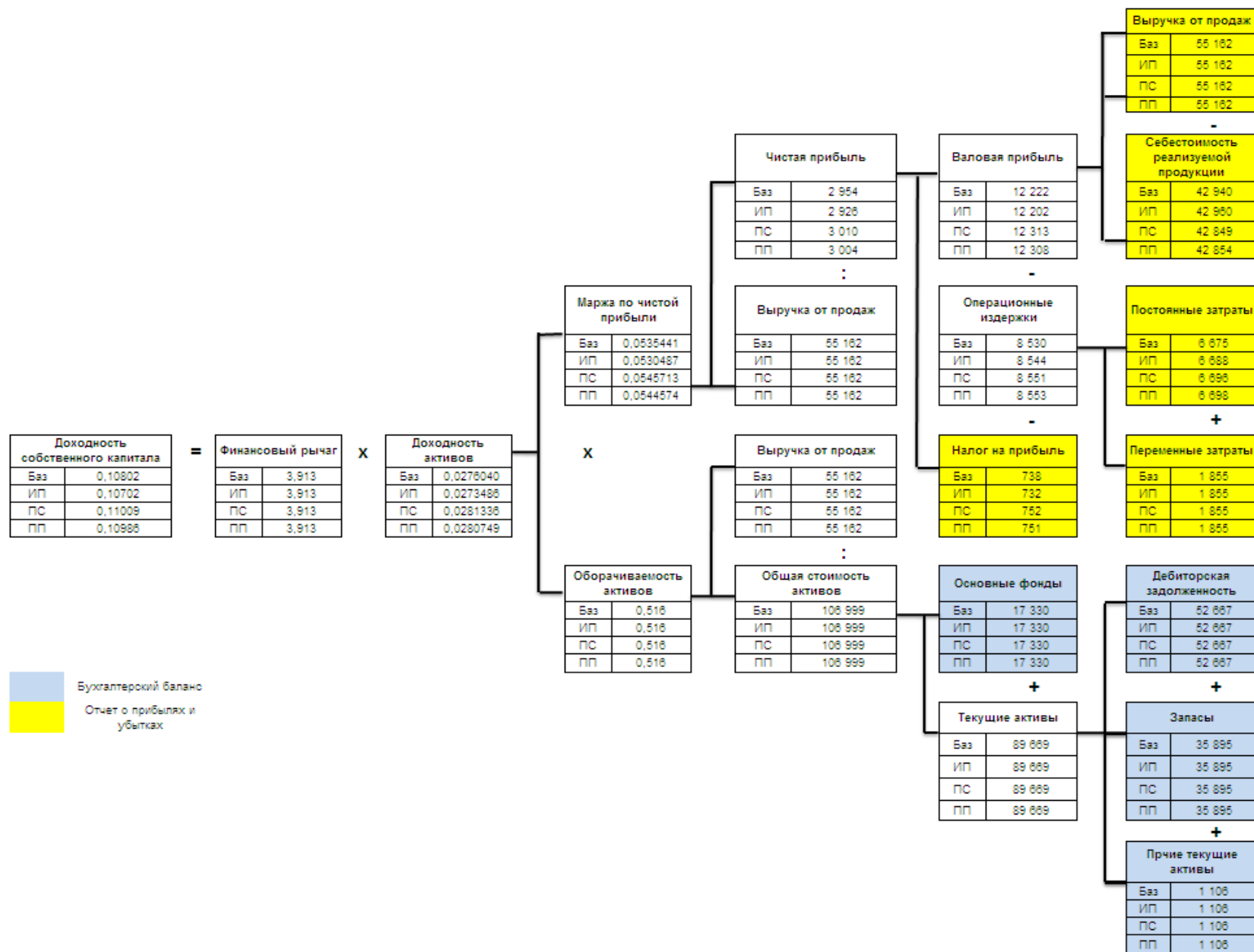


Рис.3.2



Выбор по методу минимаксного критерия. Метод минимаксного критерия заключается в сравнении для анализируемых альтернатив наихудших их показателей среди всех частных критериев. При этом среди таких наихудших показателей выбирается наилучший. В связи с тем, что среди представленных в табл. 3.25 частных критериев есть как относительные, так и абсолютные величины (сравнение которых друг с другом некорректно), использование данного традиционного метода многокритериальной оптимизации в формате данной задачи невозможно.

Выбор по методу взвешенных оценок частных критериев. При использовании этого метода каждому частному критерию ЛПР сопоставляет свой весовой коэффициент (по степени важности). Наилучшей является альтернатива с наименьшим средневзвешенным показателем среди всех частных критериев (когда все частные критерии минимизируются). Однако, поскольку среди представленных в табл. 3.25 частных критериев есть как относительные, так и абсолютные величины, использование данного традиционного метода многокритериальной оптимизации к данной задаче снова невозможно.

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. Напомним, что в формате данного метода ЛПР определяет весовые коэффициенты для показателей частных критериев по специальной формуле. Функция выбора $F(A_k)$ может быть задана следующим образом:

$$F(A_k) = \sum_{i=1}^n \frac{g(C_i^{(k)}) - g_{\min}(C_i)}{g_{\min}(C_i)}, \quad \text{где}$$

$g(C_i^{(k)})$ - показатель i -го критерия для k -альтернативы; $g_{\min}(C_i)$ - показатель минимального значения i -го критерия по всем анализируемым альтернативам.

В качестве наилучшего решения на основе этого метода принимается альтернатива с наименьшим значением критериальной функции F . Особенностью данного метода является ориентация выбора на утопическую точку, т.е. ориентация выбора на наилучшие показатели частных критериев. В формате метода обобщенного скалярного критерия сначала определяют показатели $g_{\min}(C_i)$ для каждого из критериев (последняя строка табл. 3.26.). По этим показателям определяют значения критериальной функции выбора. Например, для альтернативы **ИС** значение указанной функции составит:

$$F(\text{ИС}) = (5000 - 5000) / 5000 + (16,3 - 16,3) / 16,3 + (19 - 18,3) / 18,3 + (62,95 - 62,95) / 62,95 + (160 - 15,5) / 15,5 + (9,26 - 9,08) / 9,08 = 9,37998446$$

Таблица 3.26.

Выбор наилучшего решения по методу обобщенного скалярного критерия

	$\frac{C_1 - \min(C)}{\min(C)}$	$\frac{D - \min(D)}{\min(D)}$	$\frac{3 - \min(3)}{\min(3)}$	$\frac{П - \min(П)}{\min(П)}$	$\frac{Б - \min(Б)}{\min(Б)}$	$\frac{P - \min(P)}{\min(P)}$	Значение функции выбора
ИС	0	0	0,0382	0	9,3226	0,0192	9,37998446
ИП	0	0,5398	0	0,222	10,048	0,0284	10,8386644
ПС	0,01	0	0,3251	0,2476	0,1935	0	0,77630216
ПП	0,01	0,5398	0,2541	0,2988	0	0,0019	1,10480524
показатели $G_{\min}(C_i)$	5000	16,3	18,30	62,950	15,50	9,085	

Значения критериальной функции выбора для других альтернатив рассчитываются аналогично и указаны в последнем столбце табл. 3.26. Наименьшее значение функции выбора составляет 0,77630216 (в таблице выделено жирным) и соответствует альтернативе **ПС**. Таким

образом, по методу обобщенного скалярного критерия оптимальным решением является поставка ТПА от посредника самовывозом.

Выбор *не изменился* по сравнению с ситуацией, когда рассматривались пять частных критериев (параграф 2.2) без показателя Р. Нетрудно видеть, что выбор также не изменится по сравнению с однокритериальным выбором по модели Дюпона.

Структура оценок в таб. 3.26 такова, что частично проявляется *феномен неадекватного выбора*: на выбор больше всего влияют показатели частного критерия (Б) – они заблокировали выбор всех альтернатив, кроме ПС и ПП. Показатели первого и последнего частных критериев (С и Р) не повлияли на окончательный выбор (если при анализе из таблицы удалить указанные частные критерии, то выбор не изменится).

Как видим, на практике выбор наилучшего решения при многих критериях может стать проблемой для менеджера. Это обуславливается нежелательными ситуациями, называемыми феноменами неадекватного выбора. Суть указанных феноменов для задач рассматриваемого типа состоит в следующем. С одной стороны, структура исходных данных для показателей частных критериев оказывается такой, что будет порождать доминирование одних частных критериев над другими. Тогда некоторые частные критерии вообще не будут влиять на окончательное решение, т.е. они будут участвовать в процедурах выбора лишь формально. С другой стороны, процедуры переопределения направления оптимизации для отдельных частных критериев (чтобы направление оптимизации было одинаковым для всех частных критериев) могут обусловить воздействие феномена «слепоты» [7].

Выбор по методу критерия среднего геометрического. В формате этого метода для каждой альтернативы нужно найти показатель среднего геометрического значения по всем оценкам частных критериев. Среди этих показателей выбирается наименьший (при минимизации

частных критериев). Он указывает на наилучшее решение. Выбор не изменится, если вместо указанного показателя ЛПП будет использовать показатель произведения всех значений частных критериев для каждой альтернативы. Соответственно, такой критерий выбора также называют критерием произведений. Значения показателей при выборе по этому методу представлены в последнем столбце табл. 3.27.

Наименьшее значение показателя произведения равно 26349019460,8 (в таблице 3.27 выделено жирным шрифтом) и соответствует альтернативе **ПС** (поставка ТПА от от посредника самовывозом).

Таблица 3.27.

Выбор наилучшего решения по методу среднего геометрического

	С	Д	З	П	Б	Р	Произведение оценок частных критериев
ИС	5000	16,3	19	62,95	160	9,26	144407919428,0
ИП	5000	25,1	18,3	76,925	171,25	9,34	282669694464,7
ПС	5050	16,3	24,25	78,5375	18,5	9,08	26349019460,8
ПП	5050	25,1	22,95	81,7625	15,5	9,10	33559709475,8

Обратим внимание на то, что выбор *не изменился* по сравнению с ситуацией, когда рассматривались пять частных критериев в параграфе 2.2. без показателя **Р**. Чтобы установить, имеются или нет признаки доминирования одних критериев над другими (и соответственно нежелательный феномен неадекватного выбора), надо перейти к другому представлению показателей частных критериев.

А именно, вместо исходно заданных показателей частных критериев надо рассмотреть их логарифмы (по любому основанию большему, чем единица). При этом процедуры получения результатов для функции выбора будут представлены на основе суммирования указанных логарифмов показателей частных критериев. Понятно, что

при этом ранжирование альтернатив не изменится, но структура показателей будет более прозрачной и позволит установить, имеются ли признаки доминирования и неадекватного выбора. Указанные процедуры представлены в табл. 3.27 (доп), причем использован переход именно к десятичным логарифмам оценок частных критериев. Соответственно вместо произведений элементов таблицы по строкам (как это было сделано в табл. 3.27) находится сумма полученных логарифмов оценок.

Анализ показывает, что и в данной ситуации вновь проявляется феномен неадекватного выбора. В этом формате представления задачи оптимизации по критерию среднего геометрического видно, что выбор наилучшего решения определяется только по показателям второго и пятого частных критериев.

Таблица 3.27. (доп).

Выбор наилучшего решения по методу среднего геометрического
(переход к логарифмам показателей частных критериев)

	Десятичные логарифмы оценок частных критериев						Сумма по строкам
	С	Д	З	П	Б	Р	
ИС	3,699	1,212	1,279	1,799	2,204	0,967	11,2
ИП	3,699	1,399	1,262	1,886	2,234	0,970	11,5
ПС	3,703	1,212	1,385	1,895	1,267	0,958	10,4
ПП	3,703	1,399	1,361	1,913	1,190	0,959	10,5

Другими словами, если частные критерии **С**, **З**, **П** и **Р**, представляющие показатели стоимости закупки товара, потери из-за задержек поставок и просрочек платежей, а также рентабельность собственного капитала удалить из анализа, то при оптимизации решения по критерию среднего геометрического выбор не изменится. Учитывая

важность указанных показателей частных критериев **С**, **З**, **П** и **Р** вряд ли и менеджер, и ЛПП примут такое обоснование оптимального решения.

Выбор по методу идеальной точки. Для реализации метода указывается «утопическая точка» УТ (точка с наилучшими координатами/показателями частных критериев). В формате рассматриваемой модели координатами утопической точки являются наилучшие показатели в соответствующих столбцах табл. 6 – УТ (5000; 16,3; 18,3; 62,95; 15,5; 9,085). Результаты расчетов приведены в табл. 3.28. Наименьшее расстояние до УТ соответствует альтернативе **ПС** (поставка товара от посредника самовывозом). Выбор *не изменился* по сравнению с ситуацией, когда рассматривались пять частных критериев в параграфе 2.2. без показателя **Р**.

Таблица 3.28.

Выбор наилучшего решения по методу идеальной точки

	$(C - \min_2(C))$	$(D - \min_2(D))$	$(Z - \min_2(Z))$	$(P - \min_2(P))^2$	$(B - \min_2(B))^2$	$(R - \min_2(R))^2$	Сумма квадратов отклонений	Расстояние до УТ
ИС	0	0	0,49	0	20880,25	0,0303	20880,77	144,5
ИП	0	77,44	0	195,30	24258,06	0,0666	24530,87	156,6
ПС	2500	0	35,403	242,97	9	0	2787,373	52,79
ПП	2500	77,44	21,623	353,91	0	0,0003	2952,973	54,3
УТ	5000	16,3	18,3	62,95	15,5	9,085		

Из табл. 3.28. видно, что формат этого критерия также обнаруживает *явные признаки феномена доминирования*. Оптимальный выбор определился только по первому **С** (стоимость закупки товара) и по пятому **Б** (издержки на устранение брака) частным критериям в связи с преобладанием их показателей в абсолютном выражении над показателями остальных критериев **Д** (стоимость доставки товара), **З**, **П**

(издержки, связанные с просрочкой поставки и задержкой платежа) и **Р** (рентабельность собственного капитала).

Как видно из табл. 3.28, в абсолютном выражении показатели первого частного критерия **С** на два порядка превышают показатели частных критериев **Д**, **З** и **П**. Кроме того, они на один порядок превышают показатели пятого частного критерия **Б** и на три порядка превышают показатели частного критерия **Р**. Такое доминирование формата оценок первого частного критерия над остальными обусловит признаки феномена неадекватного выбора. Результат для традиционных критериев выбора может практически определяться показателями доминирующего частного критерия **С**. Тогда задача многокритериальной оптимизации сведется к однокритериальной. Менеджер должен понимать, что при этом выбор будет predetermined показателями только доминирующего частного критерия, а процедуры выбора при многих критериях будут присутствовать лишь формально, «для статистики». Вряд ли такая ситуация будет приемлема.

Проведем анализ для процедур оптимизации на основе модифицированных методов выбора наилучшего решения, которые как было выявлено в параграфе 3.2. позволяют менеджеру снижать (и даже устранять) влияние нежелательных феноменов неадекватного выбора наилучшего решения для задач управления закупками.

Выбор наилучшего решения с помощью модифицированных методов многокритериальной оптимизации.

В формате предлагаемой модификации исходные данные, представленные в табл. 3.25, будут преобразованы в новые специальные показатели, как и в параграфе 3.2. Такое преобразование реализуется с учетом отношения ЛПР к показателям частных критериев. Сравнение альтернатив делается отдельно по показателям каждого частного критерия. Наиболее эффективно указанное отношение формализуется на основе процедур попарных сравнений альтернатив, разработанных в

формате процессов аналитической иерархии. Такие процедуры хорошо известны и здесь не приводятся (см. [8, 16]). На основе попарных сравнений формируется матрица попарных сравнений по каждому частному критерию. При этом суждения ЛПР должны быть в достаточной степени согласованны. Такая согласованность характеризуется индексом согласованности (*ИС*). По требованиям метода АНР индекс согласованности не должен превышать 0,1.

На основе полученных матриц попарных сравнений определяются «веса» или «оценки важности» анализируемых альтернатив по каждому частному критерию. Указанные «веса» или «оценки важности» альтернатив лягут в основу преобразованных показателей частных критериев. Именно они и будут оптимизироваться. Формат таких показателей позволяет менеджеру перейти к удобному их представлению (далее оценки важности альтернатив представляются в %). При этом *все частные критерии максимизируются*.

Таким образом, предварительно (до реализации процедур оптимизации по конкретному критерию выбора) необходимо сформировать матрицы попарных сравнений альтернатив по частным критериям С, Д, З, П, Б и Р. В таблице 3.29. это реализовано для частного критерия Р.

Заполнение табл. 3.30. происходит в результате попарных сравнений важности рассматриваемых альтернатив относительно друг друга по указанному частному критерию Р (с учетом его показателей, представленных в таблице 3.25.).

Таблица 3.29.

Попарные сравнения альтернатив по частному критерию **Р**

	ИС	ИП	ПС	ПП
ИС	1	1,5	1/2	1/1,5
ИП	1/1,5	1	1/2,5	1/2
ПС	2	2,5	1	1,5
ПП	1,5	2	1/1,5	1

При этом важность оценивается для альтернативы, представленной в каждой строке по отношению к альтернативе, представленной в каждом столбце. В частности, при сравнении альтернатив **ИС** и **ИП** по частному критерию **Р** отметим следующее. Альтернатива **ИС** имеет незначительное превосходство по отношению к альтернативе **ИП**, поэтому на пересечении первой строки и второго столбца матрицы попарных сравнений в табл. 3.29 стоит значение «1,5» (заключено между 1 и 3, но даже меньшее, чем 2). Соответственно при сравнении альтернативы **ИП** с альтернативой **ИС** на пересечении второй строки и первого столбца в табл. 3.29. стоит значение «1/1,5». Матрица попарных сравнений является обратно-симметричной. После формирования матрицы попарных сравнений определяются «оценки важности» альтернатив.

Для определения показателей важности альтернатив к указанной матрице приписывается дополнительный столбец (см. табл. 3.30.). Его элементы определяются следующим образом. Для каждой строки матрицы находят показатель среднего геометрического. В табл. 3.30. приведен дополнительный столбец для матрицы сравнений табл. 3.29. Чем больше значение показателя важности альтернативы, тем она более предпочтительна. Соответственно, задача оптимизации применительно к таким новым показателям в формате каждого частного критерия будет задачей максимизации важности альтернативы. Для дополнительного

столбца реализуется процедура специальной «нормировки»: каждый его элемент делится на сумму всех элементов столбца. В рассматриваемой ситуации такая сумма элементов дополнительного столбца в табл. 3.30. составляет 4,29. Указанная процедура «нормировки» для первого элемента первой строки дает: $0,8409/4,29=19,6$.

Таблица 3.30.

«Оценки важности» альтернатив по частному критерию Р

	ИС	ИП	ПС	ПП	Среднее геометрическое	«Нормированный» столбец	Оценка важности альтернативы, %
ИС	1	1,5	1/2	1/1,5	0,8409	0,1960	19,6
ИП	1/1,5	1	1/2,5	1/2	0,6043	0,1409	14,1
ПС	2	2,5	1	1,5	1,6549	0,3858	38,6
ПП	1,5	2	1/1,5	1	1,1892	0,2773	27,7

Аналогично находятся остальные элементы нормированного столбца в табл. 3.30. Далее «оценки важности» альтернатив представлены процентами (последний столбец табл. 3.30.).

Замечание. Формат процедур АНР требует проверки суждений ЛПР (представленных в матрице сравнений альтернатив по каждому частному критерию) на согласованность. Для матрицы в табл. 3.30. индекс согласованности составляет $ИС= 0,05$. Степень согласованности сравнений ЛПР в данном случае достаточна. Представленные показатели важности будут использованы для последующих процедур оптимизации.

Процедуры попарных сравнений по частным критериям **С**, **Д**, **З**, **П** и **Б** и соответствующие результаты для «оценок важности» альтернатив в % по этим критериям оставим такими же, как и в работе [18]. Это позволит проиллюстрировать специфику процедур оптимизации при наличии частного критерия **Р**. В табл. 3.31. сведены

«оценки важности» альтернатив по всем критериям (в процентном измерении). Их далее интерпретируем как новые модифицированные показатели частных критериев. Чтобы подчеркнуть это, соответствующие частные критерии в задачах управления закупками применительно к такой ситуации далее обозначаются через **См**, **Дм**, **Зм**, **Пм**, **Бм**, **Рм** (дополнительная буква «м» в обозначении критерия выбора обращает внимание на его модификацию). Все такие показатели *максимизируются* (одинаковое направление процедур оптимизации уже сразу позволит исключить феномен «слепоты» [7]).

Таблица 3.31.

Модифицированные/переоцененные показатели частных критериев
(с учетом предпочтений ЛПР)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Рм
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7,1	19,6
ИП	40	16,7	33,3	22,7	4,6	14,1
ПС	10	33,3	16,7	22,7	43,5	38,6
ПП	10	16,7	16,7	12,2	44,8	27,7

При новых значениях переоцененных показателей (с учетом предпочтений ЛПР) альтернатива ИП, как и при анализе предыдущей модели без учета показателя рентабельности собственного капитала, снова не является оптимальной по Парето (в новых показателях ее опять доминирует альтернатива ИС). Альтернативу ИП можно исключить из анализа (но для удобств иллюстрации и сравнений, она снова оставлена в последующих таблицах).

Отметим, что наибольшие / наилучшие по столбцам переоцененные показатели частных критериев будут представлены вектором (40; 33,3; 33,3; 42,3; 44,8; 38,6). Этот вектор представляет координаты утопической точки (УТ).

Приведем иллюстрации выбора по модифицированным методам с учетом предложенных процедур синтеза – на основе оценок «важности» альтернатив по частным критериям.

Выбор по модифицированному аналогу минимаксного критерия. В такой ситуации рассматриваемая модификация реализуется следующим образом. Вместо исходно заданных показателей частных критериев (табл. 3.25.) анализируются модифицированные или переоцененные значения (табл. 3.31). При этом все модифицированные/переоцененные показатели частных критериев максимизируются. Переопределение исходной задачи на минимум в задачу на максимум для сохранения линий уровня критерия выбора требует использования максиминного критерия (табл. 3.32).

В результате процедур оптимизации в качестве наилучших альтернатив будут предложены **ПС** (поставка от посредника самовывозом) и **ПП** (поставка от посредника транспортом поставщика). При этом выбор *не изменился* по сравнению с ситуацией, когда рассматривались пять частных критериев в параграфе 2.2. без показателя **Р** традиционными методами оптимизации. Нетрудно видеть, что выбор *изменился* по сравнению с однокритериальным выбором по модели Дюпона.

Таблица 3.32

Показатели альтернатив по максиминному критерию (→max)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Рм	Значения функции выбора
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7,1	19,6	7,1
ИП	40	16,7	33,3	22,7	4,6	14,1	4,6
ПС	10	33,3	16,7	22,7	43,5	38,6	10
ПП	10	16,7	16,7	12,2	44,8	27,7	10

Кроме этого отметим, что традиционный минимаксный метод оптимизации ранее (до модификации) нельзя было применить к данной задаче. Применительно к модифицированным частным критериям применение минимаксного метода оптимизации (уже в формате максиминного критерия) стало возможным, т.е. арсенал приемов менеджера увеличивается.

Выбор по модифицированному обобщенному скалярному критерию. Предложенная в этом параграфе модификация требует анализа модифицированных показателей. Они были представлены в табл. 3.31 (причем их надо максимизировать). Процедуры выбора представлены в табл. 3.33. Наилучшей будет альтернатива **ИС** (поставка от изготовителя самовывозом). Обратим внимание на то, что выбор *изменился* по сравнению с ситуацией, когда применяли традиционный метод оптимизации по обобщенному скалярному критерию. Нетрудно видеть, что выбор также будет другим и по сравнению с однокритериальным выбором по модели Дюпона.

Таблица 3.33

Показатели альтернатив по модифицированному обобщенному скалярному критерию ($\rightarrow \max$)

	С/ $\max(C)$	Д/ $\max(D)$	З/ $\max(Z)$	П/ $\max(\Pi)$	Б/ $\max(B)$	Р/ $\max(P)$	Значения функции выбора
ИС	1	1	1	1	0,158482	0,5078	4,6662541
ИП	1	0,5015	1	0,53664	0,102678	0,3653	3,5061080
ПС	0,25	1	0,5015	0,53664	0,970982	1	4,2591266
ПП	0,25	0,5015	0,5015	0,28842	1	0,7176	3,2590356
УТ	40	33,3	33,3	42,3	44,8	38,6	

Кроме того, имевшее место в табл. 3.26 преобладание исходных показателей частного критерия **Б** в новой модифицированной задаче оптимизации закупок при многих критериях устранено.

Выбор по модифицированному критерию среднего геометрического. При рассматриваемой модификации необходимо учесть: 1) переход к новым оценкам «важности» анализируемых альтернатив; 2) требование их максимизации для всех частных критериев. Результаты и процедуры выбора представлены в табл. 3.34. Наилучшее решение - альтернатива **ИС** (поставка ТПА от производителя самовывозом). Выбор *изменился* по сравнению с ситуацией, когда применялись традиционные методы оптимизации. Выбор также меняется и по сравнению с однокритериальным выбором по модели Дюпона. Применительно к этой модификации снова можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений при управлении закупками. Чтобы проиллюстрировать это, перейдём к другому представлению показателей модифицированных частных критериев (рассмотрим их логарифмы). Процедуры оптимизации в новом формате представлены в табл. 3.35.

Таблица 3.34

Показатели альтернатив по модифицированному критерию среднего геометрического ($\rightarrow \max$)

	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Рм	Значения функции выбора
ИС	40	33,3	33,3	42,3	7	19,6	257420385,90
ИП	40	16,7	33,3	22,7	5,1	14,1	36310802,05
ПС	10	33,3	16,7	22,7	35,7	38,6	173957069,40
ПП	10	16,7	16,7	12,2	52,2	27,7	49197501,21

Таблица 3.35

Показатели альтернатив по модифицированному критерию среднего геометрического (переход к логарифмам показателей модифицированных частных критериев)

	Десятичные логарифмы оценок модифицированных частных критериев						Сумма элементов по строкам
	См	Дм	Зм	Пм	Бм	Рм	
ИС	1,6021	1,5224	1,5224	1,626	0,8451	1,29226	8,4
ИП	1,6021	1,2227	1,5224	1,356	0,7076	1,1492	7,6
ПС	1	1,5224	1,2227	1,356	1,5527	1,5866	8,2
ПП	1	1,2227	1,2227	1,086	1,7177	1,4425	7,7

Наилучшее решение - альтернатива **ИС** (поставка ТПА от изготовителя самовывозом). При этом отсутствует феномен неадекватного выбора (небольшие отклонения в показателях всех частных критериев уже могут изменить ранжирование альтернатив). Применительно к этой модификации также можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений.

Выбор по модифицированному критерию идеальной точки. Переход к «оценкам или рангам важности» альтернатив и их максимизация для всех частных критериев требует избрать в качестве УТ точку с наибольшими «оценками важности» для частных критериев. Процедуры оптимизации представлены в табл. 3.36. Как видно из табл. 3.36, наилучшей альтернативой по модифицированному методу идеальной точки является альтернатива **ПС** (поставка от посредника самовывозом). При этом, обратим внимание, на то, что отсутствует нежелательный феномен неадекватного выбора.

Таблица 3.36.

Показатели альтернатив по модифицированному методу идеальной точки ($\rightarrow \max$)

	$(C - \min(C))^2$	$(D - \min(D))^2$	$(Z - \min(Z))^2$	$(\Pi - \min(\Pi))^2$	$(B - \min(B))^2$	$(P - \min(P))^2$	Сумма квадратов в отклонений	Расстояние до УТ
ИС	0	0	0	0	1421,290	361	1782,290	42,2172
ИП	0	275,56	0	384,160	1616,04	600,25	2876,010	53,6284
ПС	900	0	275,560	384,16	1,69	0	1561,410	39,5147
ПП	900	275,56	275,56	906,01	0	118,8100	2475,940	49,7588
УТ	40	33,3	33,3	42,3	44,8	38,6		

Таким образом, и в этом случае можно говорить о новом инструменте оптимизации многокритериальных решений применительно к задачам управления закупками, который с успехом может быть использован менеджерами.

3.4. Организационный механизм реализации оптимизационных решений в логистике снабжения для предприятий энергетического машиностроения

Анализ и совершенствование бизнес-процессов. При постановке задачи совершенствования логистики снабжения, в том числе внедрения оптимизационных многокритериальных моделей, учитывающих логистические риски, проведена реорганизация бизнес-процессов, предусмотрев в них операции по формированию модели и по осуществлению процедур выбора наилучших решений.

Алгоритм оптимизации закупок при многих критериях в условиях риска в службе логистики предприятия представлен на рис.3.3.

Для внедрения методов многокритериальной оптимизации логистики снабжения предполагается межфункциональное

взаимодействие между службами предприятия, в том числе в части обмена информацией для расчета показателей частных критериев и определения оптимальных вариантов закупок товаров, работ и услуг.

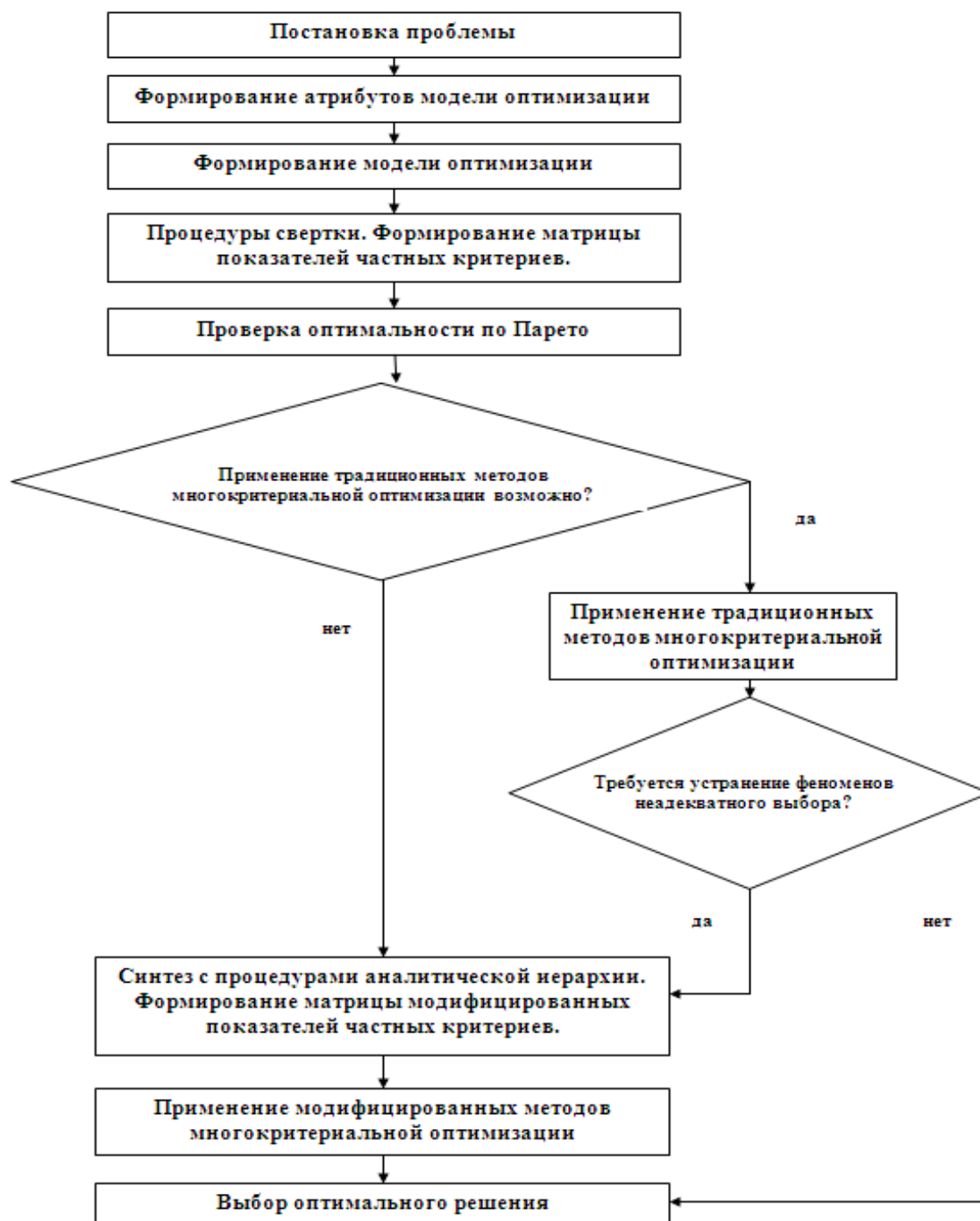


Рис.3.3. Алгоритм применения методов многокритериальной оптимизации

Анализ и совершенствование организационной структуры предприятия. Закупочные подразделения предприятий энергетического машиностроения предлагается включить в службу логистики. При этом подразделению логистики снабжения делегируются и функции логистической координации.

В связи с тем, что стратегия логистики снабжения реализуется с помощью соответствующей организационной структуры, предложена новая организационная структура управления, включающая службу логистики с выделенным функционалом закупочной деятельности (рис. 3.4.), предусмотрев в ней отдел аналитики.

В функционал отдела аналитики включить в числе прочих сбор и анализ статистических данных; взаимодействие со смежными структурными подразделениями; формирование оптимизационных моделей и осуществление процедур выбора наилучших решений при многих критериях в логистике снабжения с учетом логистических рисков и мнения лица, принимающего решение; внесение предложений в формирование политики закупок товаров, работ и услуг.

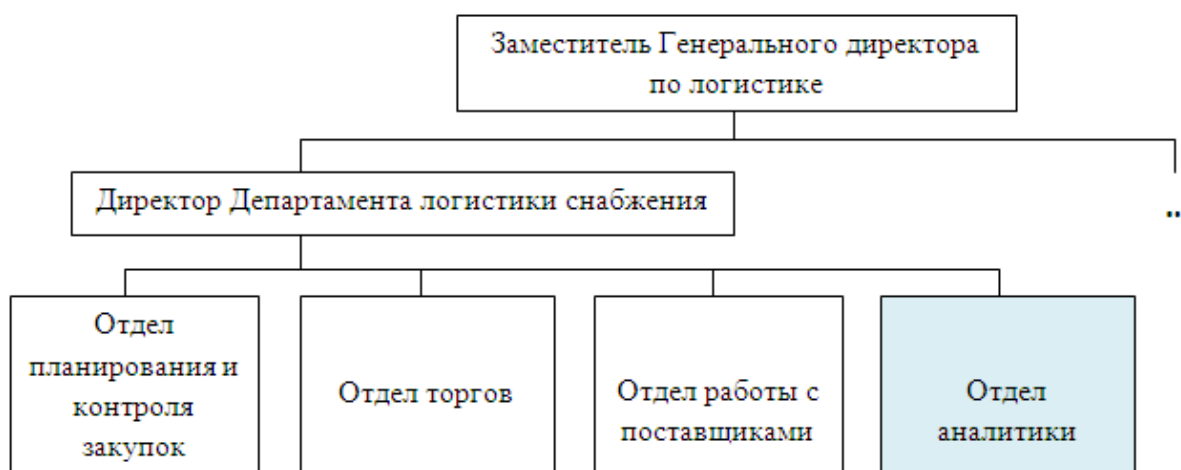


Рис. 3.4. Организационная структура департамента логистики снабжения

Многокритериальный подход к оптимизации закупок может быть применен на предприятиях энергетического машиностроения отделом аналитики с целью принятия системных решений в закупках, основанных на статистических данных; отделом торгов с целью выбора контрагента при необходимости учета многих критериев при оценке предполагаемых поставщиков; отделом снабжения при формировании требований к закупаемым товарам, требований к поставщикам и условиям договора.

Анализ информационной системы и разработка требований к информационной системе. Фундаментом реализации стратегии закупочной деятельности является эффективная информационная поддержка. При принятии решения о внедрении многокритериальных методов оптимизации закупок целесообразно разработать перечень требований к информационной системе с целью разработки соответствующего программного обеспечения для производства, передачи, обработки и потребления информации на базе существующих ИТ-продуктов или с целью разработки нового программного продукта, интегрированного с существующими информационными системами. Для повышения оперативности и качества принимаемых управленческих решений при многих критериях с учетом рисков целесообразна автоматизация информационно-аналитической деятельности в бизнес-процессах службы логистики снабжения.

Целями создания автоматизированной системы являются:

- обеспечение сбора и первичной обработки исходной информации (заданных показателей частных критериев), необходимой для построения и реализации модели оптимизации;
- автоматическое осуществление процедур свертки и блокировки, проверки оптимальности по Парето;

- создание единой системы отчетности по принимаемым решениям в сфере закупок;
- повышение качества (полноты, точности, достоверности, своевременности, согласованности) информации;
- обеспечение эффективного межфункционального взаимодействия, включая обмен исходной информацией (взаимодействия отдела аналитики службы логистики снабжения с планово-экономической службой, бухгалтерией, юридической службой, отделом контроля качества и др.);
- интеграция с другими информационными и автоматизированными системами (с информационной базой справочника цен; с бухгалтерскими учетными системами; базами договоров; с реестрами претензий и исков предприятия).

В результате создания автоматизированной системы принятия решений в логистике снабжения должны быть улучшены значения следующих показателей:

- время сбора и первичной обработки исходной информации;
- количество информационных систем, используемых для подготовки аналитической отчетности;
- время, затрачиваемое на информационно-аналитическую деятельность.

Оценка экономической эффективности предложенных решений.

В процессе совершенствования закупочной деятельности необходимо оценить экономический эффект от внедрения предлагаемых решений. В настоящее время часто в качестве оценки эффективности предлагаемых к реализации оптимизационных решений в логистике используется модель стратегической прибыли (модель фирмы Дюпон – TheDuPontSystemofAnalysis). Итоговым показателем модели стратегической прибыли, как уже было указано в параграфе 3.3, является рентабельность собственного капитала (ROE), а

составляющими элементами - факторы производственно-хозяйственной и финансовой деятельности предприятия. Суть методики сводится к разложению формулы расчета доходности собственного капитала на факторы, влияющие на эту доходность.

Приведем пример расчета изменения доходности собственного капитала при использовании в логистике снабжения методов оптимизации при многих критериях (на примере обобщенного минимаксного критерия) с учетом рисков на вышеуказанном в параграфе 2.2. примере закупки трубопроводной арматуры для предприятия с финансовой отчетностью (таб.3.20;3.21), рассмотренной в параграфе 3.3. В параграфе 3.2. было проиллюстрировано, что поиск наилучшего решения закупки трубопроводной арматуры традиционным методом обобщенного минимаксного критерия приводит к выбору альтернативы ПС, модифицированным методом обобщенного минимаксного критерия – ПС, ПП. Также как и в параграфе 3.3. примем, что предприятие до применения методов многокритериальной оптимизации закупок осуществляло закупку трубопроводной арматуры у изготовителя доставкой собственного транспорта. Используя метод минимаксного критерия предприятие принимает решение закупать у посредника транспортом поставщика (ПП) или собственными силами (ПС).

Осуществив расчет доходности собственного капитала по модели фирмы Дюпон (рис.3.5.) получим рентабельность собственного капитала 11% (ПС) и 10,9% (ПП), что превышает значение доходности собственного капитала базового варианта (10,8%).

Разработка нормативной документации. В рамках настоящего исследования предлагается разработка и утверждение на предприятиях энергомашиностроения следующих локальных нормативных актов (далее – ЛНА): регламент закупочной деятельности предприятия; политика закупок; положения о структурных подразделениях в области

логистики снабжения и должностные инструкции работников этих подразделений.

Закупочная деятельность представляет собой процесс последовательно реализуемых операционных циклов. *Регламент закупочной деятельности* должен включать в себя описание процесса и подпроцессов, порядок формирования и осуществления деятельности органов управления и контроля закупок, порядок принятия решений, разграничение полномочий и порядок взаимодействия структурных подразделений, сроки и ответственных лиц за выполнение операций. Данный локальный нормативный акт регламентирует, кто и где собирает данные для реализации методов оптимизации, какой информацией обменивается служба логистики с другими службами предприятия для реализации предлагаемых подходов, как организован документооборот и контролинг этих процедур.

Политика закупок содержит в себе свод принципов и правил осуществления закупок товаров, работ и услуг. Политика закупок определенных номенклатурных групп материальных ресурсов может быть сформирована по результатам многокритериальных процедур оптимизации. В положениях о структурных подразделениях и должностных инструкциях описаны цели и задачи подразделений закупок, их функционал, требования к квалификации персонала (работник службы закупок должен обладать знаниями и навыками в сфере многокритериальной оптимизации, учитывающей логистические риски).

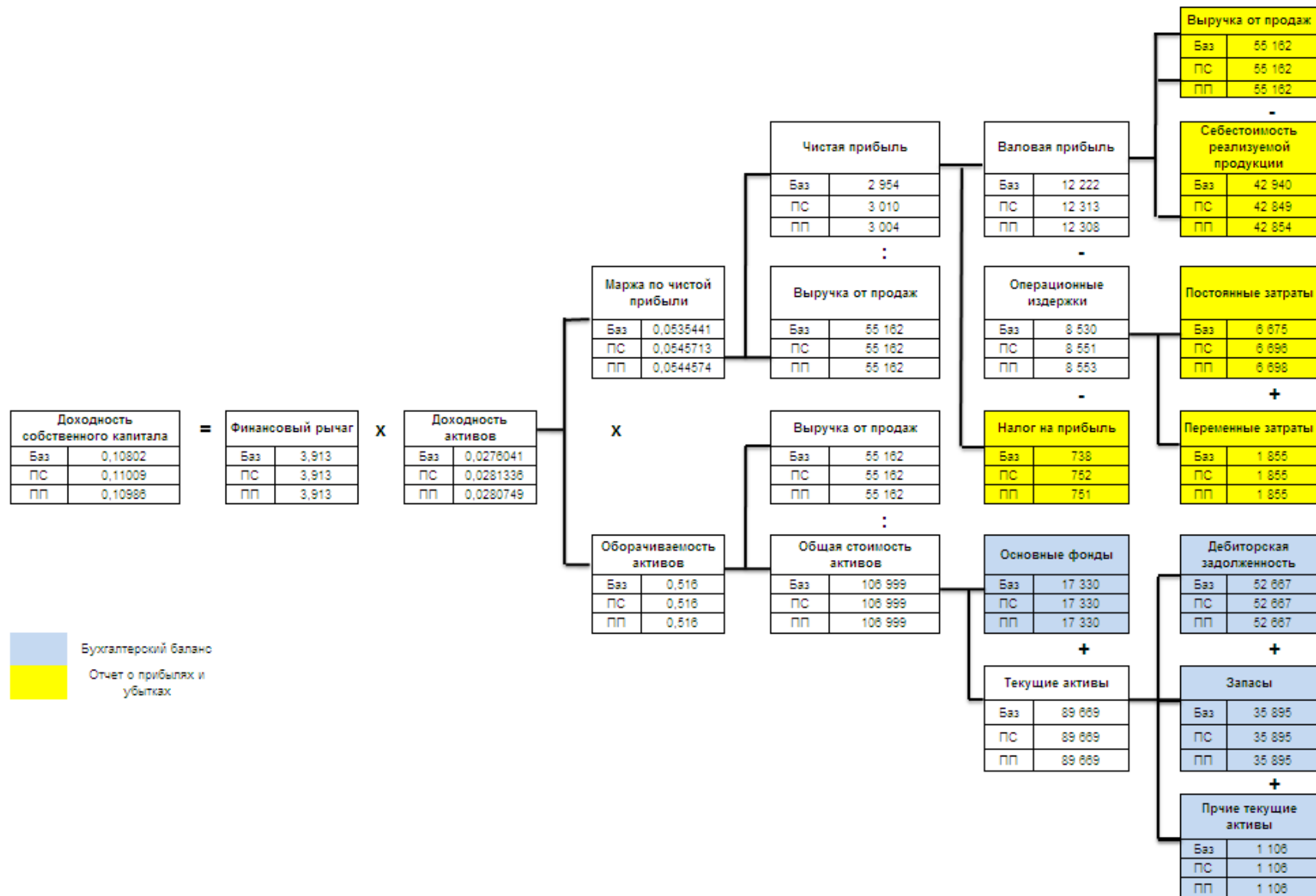


Рис. 3.5. Расчет доходности собственного капитала



Контроль закупочной деятельности предполагается осуществлять в следующем порядке: анализ рыночных условий закупок и поставщиков; контроль бюджета на закупки; контроль закупочных процедур и их эффективность; контроль и анализ качества закупаемой продукции; контроль и анализ логистических процедур доставки, складирования и грузопереработки; анализ системы планирования потребности в МТР; контроль исполнения договоров; контроль соблюдения локальных нормативных актов. По результатам процедур анализа и контроля закупочной деятельности осуществляются процедуры регулирования, в том числе внесение изменений и дополнений в локальные нормативные акты предприятия.

В качестве выводов по третьей главе диссертационной работы можно сказать следующее:

Практическая реализация процедур нахождения наилучших решений по многим критериям для задач управления закупками, как было проиллюстрировано в параграфе 2.4., осложняется феноменами неадекватного выбора относительно системы предпочтений лица, принимающего решение. Это может сделать проблемной саму возможность обеспечения выбора наилучшей альтернативы. Устранять указанные выше феномены, учитывая при этом предпочтения ЛПР, можно за счет использования процессов аналитической иерархии при сравнении и оценках альтернатив. Этот подход позволит конструировать новые специальные модификации процедур оптимизации применительно к разработанным в теории критериям выбора, которые устранят воздействие нежелательных феноменов. Таким образом, доступный менеджерам арсенал методов оптимизации при многих критериях, практически, удвоится. В настоящей главе показано, что модифицированные методы оптимизации закупок при многих критериях могут быть использованы и в случае, когда одним из частных критериев

выступает максимизация рентабельности собственного капитала, вычисленная по модели стратегической прибыли.

Для реализации оптимизационных решений в логистике снабжения для предприятий энергетического машиностроения необходимо осуществить ряд организационных мероприятий. В работе предложен организационный механизм реализации оптимизации логистики снабжения, включая анализ и совершенствования бизнес-процессов закупочной деятельности; анализ и совершенствование оргструктуры управления закупками; анализ информационной системы и разработка укрупненного перечня требований к программному обеспечению; оценку экономической эффективности предлагаемых решений; перечень регламентирующих документов и контроль закупок товаров, работ и услуг для нужд предприятий энергетического машиностроения.

Заключение

Сфера управления закупками – часть интегрированного логистического менеджмента. Для принятия оптимальных решений в этой сфере требуется учитывать много факторов/показателей, в том числе и факторов риска, что обуславливает необходимость использования методов многокритериальной оптимизации. В диссертационной работе задача управления закупками представлена как задача выбора наилучшего решения при многих критериях с учетом рисков.

По итогам проведенного исследования сделаны следующие выводы и рекомендации:

Проанализированы проблемы материально-технического снабжения предприятий энергетического машиностроения и идентифицированы логистические риски в цепях поставок;

Сформулированы методические положения для поиска наилучших вариантов управления закупками и поставщиками предприятий энергомашиностроения методом дерева решений при многих критериях с учетом риска. В работе даны иллюстрации того, что процедуры этого метода позволяют дополнительно учитывать самые разнообразные ограничения и специфические особенности задач такого типа (например, выбор поставщика, выбор способа поставки товара и т.д.). При этом проблемы и риски, обуславливаемые форматом закупочной деятельности, могут быть формализованы в виде требований, накладываемых на показатели частных критериев;

Выявлены и обоснованы «феномены неадекватного выбора» для задач многокритериальной оптимизации в логистике снабжения, что позволяет службе логистики снабжения промышленного предприятия уменьшить вероятность принятия нерациональных решений по закупкам материальных ресурсов;

Разработаны рекомендации, позволяющие устранять «феномены неадекватного выбора» с помощью процедур аналитической иерархии. Представленные в главе 2 материалы исследования подчеркивают своевременность и актуальность разработки специальных новых процедур выбора, свободных от воздействия указанных выше феноменов, чтобы можно было включить их в арсенал инструментов логиста при управлении закупками. Предложенный в диссертации подход позволяет конструировать новые специальные модификации критериев выбора, которые устранят воздействие нежелательных феноменов. Это существенно расширит доступный логистам перечень методов оптимизации при многих критериях и повысит качество принимаемых решений в логистике снабжения предприятий энергетического машиностроения: чем большим будет арсенал методов оптимизации, которым владеет логист, тем легче ему будет найти решение, наилучшее в системе предпочтений конкретного ЛПР;

Доказано, что разработанные методики и рекомендации могут использоваться в ситуации, когда одним из частных критериев является рентабельность собственного капитала. В диссертации дан расчет доходности собственного капитала на основе модели стратегической прибыли и приведен расчет экономического эффекта от внедрения предлагаемых решений;

Разработаны рекомендации и организационный механизм реализации многокритериальных методов оптимизации управления закупками и поставщиками с учетом рисков для предприятий энергетического машиностроения.

При этом можно утверждать, что представленный и предлагаемый в этой работе специальный новый подход к модификации традиционных методов многокритериальной оптимизации позволит логисту при управлении закупками обеспечить следующее.

Переход от значений исходно заданных показателей частных критериев к указанным оценкам «важности» альтернатив (которые будут получены на этапе, предшествующем процедурам оптимизации), дает возможность учитывать отношение ЛПР к формату заданных анализируемых показателей (на основе их попарных сравнений). Реализация попарных сравнений альтернатив по каждому из частных критериев как бы «проявит» имеющиеся предпочтения ЛПР в формате рассматриваемой оптимизационной модели. Это позволяет рассчитывать на выбор, который будет лучше адаптирован к системе предпочтений ЛПР.

Реализация указанного подхода к представлению анализируемых альтернатив указанными оценками их «важности» по частным критериям, вместо использования исходно заданных показателей, дает возможность представлять такие новые оценки в едином формате. В частности, - в процентном измерении (как проиллюстрировано в диссертационном исследовании). Это позволит логисту исключать ситуации аномальных феноменов выбора, когда показатели одного частного критерия (или нескольких частных критериев) «подавляют» при выборе показатели других частных критериев, исключая их влияние на оптимальный выбор.

После реализации процедур попарного сравнения альтернатив предлагаемая ориентация на новые их оценки «важности» позволяет также стандартизировать формализацию задачи многокритериальной оптимизации соответствующей цепи поставок или логистической системы. А именно, все новые показатели «важности» альтернатив потребуют их максимизации (несмотря на то конкретное направление оптимизации, которое соответствовало исходно заданным показателям частных критериев). Переход к такому формату представления задачи многокритериальной оптимизации позволит логисту исключить

возможность появления аномального феномена «слепоты» при выборе наилучшего решения.

Предлагаемый подход к модификации критериев выбора (основанный на переходе от заданных показателей частных критериев к оценкам их «важности») даст также возможность службе логистики снабжения расширить круг задач, которые можно ставить и решать при многокритериальной оптимизации закупок. Действительно, логист сможет решать задачи оптимизации закупок не только с точечными оценками, но и с интервальными. В реальных ситуациях это не мешает процедурам сравнения альтернатив на основе имеющихся предпочтений ЛПР.

Предлагаемые модифицированные методы оптимизации могут быть использованы эффективно даже в случае, когда одним из частных критериев выступает максимизация рентабельности собственного капитала, вычисленная по модели стратегической прибыли. Отличие в размерности такого показателя и специфика его абсолютных значений в формате анализируемых альтернатив не будут препятствиями для этого.

Список литературы

1. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука, 1990.
2. Бауэркокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок – М.: Олимп-Бизнес, 2011. – 640 с.
3. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок. Альфа-Пресс, 2008г. – 192с.
4. Бродецкий Г.Л. Метод дерева решений при многокритериальной оптимизации в цепях поставок //Логистика сегодня, №5 (29), 2008г., С.320-329.
5. Бродецкий Г.Л. Моделирование логистических систем. Оптимальные решения в условиях риска. - М.: Вершина, 2006, 376 с.
6. Бродецкий Г.Л. Проблема выбора при многокритериальной оптимизации поставок: учет производственных рисков. // Логистика и управление цепями поставок, № 5 (28), 2008 г., С. 45 – 56.
7. Бродецкий Г.Л. Проблема феномена «слепоты» для смешанных форматов задач многокритериальной оптимизации поставок // Логистика и управление цепями поставок, №1 (30), 2009г., С. 101- 112.
8. Бродецкий Г.Л. Системная аналитика принятия решений в исследованиях логистики. – М.: МЦЛ ГУ-ВШЭ, 2004, 102 с.
9. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности: Учебник. – М.: «Академия», 2010. – (Высшее профессиональное образование).
10. Бродецкий Г. Л. Управление запасами. Эффект временной стоимости денег. – М.: «Эксмо», 2008. – 352 с. (Полный курс МВА).
11. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: потоки событий и системы обслуживания. – М.: Академия, 2009г. – 272 с.



12. Бродецкий Г.Л., Бродецкая Н.Г., Гусев Д.А. Эффективные инструменты многокритериальной оптимизации в логистике// РИСК, №2, 2010г., С.9-17.

13. Бродецкий Г.Л., Величко Е.А., Гусев Д.А. Модели управления запасами в условиях риска //Логистика. Практическая энциклопедия. – М.: МЦФЭР, 2007, 217с.

14. Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А., Елин Е.А. Управление рисками в логистике: учебное пособие. – М.: «Академия», 2010. – (Непрерывное профессиональное образование).

15. Бродецкий Г.Л., Левина Т.В. Возможность неадекватного выбора в задачах многокритериальной оптимизации логистических систем //Логистика и управление цепями поставок, №1 (24), 2008, С. 51-62.

16. Бродецкий Г.Л. , Мазунина О. А. Оптимизация закупок по многим критериям с учетом рисков // Логистика и управление цепями поставок, №4, 2010., С.65-75.

17. Бродецкий Г.Л., Мазунина О. А. Феномен неадекватного выбора при многокритериальной оптимизации закупок // РИСК, №3, 2010., С.224-229.

18. Бродецкий Г.Л., Мазунина О.А. Новый эффективный подход к оптимизации закупок при многих критериях с учетом рисков //Логистика и управление цепями поставок, №4, 2011г., С.74-89.

19. Бродецкий Г.Л., Руденко Я.Ю. Выбор наилучшего маршрута в цепях поставок как задача многокритериальной оптимизации // Логистика и управление цепями поставок, №6 (35), 2009 г., С.54-68.

20. Бродецкий Г.Л., Руденко Я.Ю. Организация эффективных процедур многокритериальной оптимизации маршрутов в цепях поставок// Логистика, №2, 2011г.

21. Веснин В.Р. Стратегическое управление: Учебник – М.:ТК Велби, издательство Проспект, 2004г. – 328 с.

22. Виханский О.С. Стратегическое управление. Учебник. – М.:Экономистъ, 2005г. – 303 с.
23. Вилкас Э.Й. Майминас Е.З. Системные решения: теория, информация, моделирование. – М.: Радио и связь, 1981.
24. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Маркетинг, 2002. - 408 с.
25. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. - М.: Маркетинг, 1999. - 128 с.
26. Губанов В.А., Захаров В.В., Коваленко А.Н. Введение в системный анализ. Учебник (под ред. Л.В.Петросяна). – Л.:ЛГУ, 1988.
27. Джонсон Д.С. и др. Современная логистика. – М.: Вильямс, 2002г. – 343 с.
28. Долгов А.П., Козлов В.К., Уваров С.А. Логистический менеджмент фирмы: концепции, методы и модели. Учебник. – СПб.: Бизнес-Пресса, 2005г. – 384 с.
29. Дыбская В.В. Управление складированием в цепях поставок. – М.: «Альфа-Пресс», 2009.
30. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: интеграция и оптимизация бизнес-процессов в цепях поставок. – М.: Эксмо, 2008, 944 с.
31. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. – М.: Знание, 1985.
32. Жуковин В.Е. Многокритериальные модели принятия решений с неопределенностью. – Тбилиси: Мецниереба, 1983.
33. Иванов Д.А. Supply Chain Management: концепции, технологии, модели. – СПб: СПбГУЭФ, 2005г. – 172 с.
34. Иванов Д.А. Логистика. Стратегическая кооперация. – М.: Вершина, 2005 г. – 176 с.
35. Иванов Д.А. Управление цепями поставок – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009, 660 с.



36. Калинин В.Н., Резников Б.А. Теория систем и управления (структурно-математический подход). – Л.:ВИКИ, 1987.
37. Кини Р, Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981.
38. Козловский В.А. и др. Логистический менеджмент. СПб.: Лань, 2002г. – 272 с.
39. Корпоративная логистика/ Под ред. Сергеева В.И. – М.: Инфра-М, 2006, 976 с.
40. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб.: - Питер, 2004г. – 316 с.
41. Лайсон К., Джиллингем М. Управление деятельностью и цепью поставок – М.: ИНФРА-М, 2005, 798с.
42. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений .- М.: Логос, 2002, 392 с.
43. Лебедев В.Г. и др. Управление затратами на предприятии: Учебное пособие. – С.-Пб.: Бизнес-пресса, 2003. – 256 с.
44. Линдерс, Майкл Р., Фирон, Харольд Е. Управление снабжением и запасами. Логистика. – СПб.: Виктория плюс, 2003. – 579с.
45. Логистика: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2000г. – 352 с.
46. Логистика: Учебник. Изд. 3-е / Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2001г. – 352 с
47. Логистика. Практическая энциклопедия/ Под ред. Сергеева В.И.– М.: МЦФЭР, 2007, 1440 с.
48. Лукинский В.С. Малевич Ю.В. Лукинский В.В. Актуальные проблемы управления цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок – антикризисные инструменты экономики. – М.: Эй-Си-Эм Консалтинг, 2010г. – 192с.

49. Мате Э., Тиксье Д. Логистика / Пер. с франц. Под ред. Н.В.Куприенко. – М.: ОЛВА-ПРЕСС Инвест, 2003г. – 128 с.

50. Мазунина О.А. Особенности многокритериальной оптимизации закупок с учетом возможности проведения торгов// Логистика, №2, 2011г., С.58-63.

51. Мазунина О.А. Многокритериальная оптимизация закупок с учетом проведения торгов. Феномен неадекватного выбора// Логистика сегодня, №3, 2011г., С.156-164.

52. Мазунина О.А. Закупки товаров, работ и услуг на конкурентной основе //Вестник Пермского государственного технического университета, 2009, №1 (20), С.273-285.

53. Мазунина О.А. Применение методов многокритериальной оптимизации на этапах процесса управления закупками промышленного предприятия// Современные технологии управления логистической инфраструктурой. Сборник научных статей; Изд. Эс-Си-Эм Консалтинг - Москва, 2011., С.76-79.

54. Мазунина О.А. В закупочной деятельности возможно теперь решение задач многокритериальной оптимизации с учетом рисков// Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: новые взгляды и решения», Волгоград, октябрь 2011., С.110-112.

55. Мазунина О.А. Оптимизация закупочной деятельности на промышленных предприятиях// Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Экономика и право в современном мире», Волгоград, январь 2012., С.167-170.

56. Мазунина О.А. Оптимизация процедуры выбора поставщика по множественным критериям с учетом рисков// Сборник докладов Международного форума поставщиков атомной отрасли «Атомекс 2010», Москва, ноябрь 2010. С.54-60.

57. Мазунина О.А. Организация работы уполномоченного органа в сфере закупок // Сборник докладов Регионального форума поставщиков атомной отрасли «Атомекс – Северо-Запад», Санкт-Петербург, март 2010. С.33-35.
58. Макаров И.М. и др. Теория выбора и принятия решений. – М.: Наука, 1987.
59. Миротин Л.Б., Сергеев В.И. Основы логистики: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 200 с.
60. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Логистика для предпринимателей: основные понятия, положения и процедуры: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 252 с.
61. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981.
62. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики. – М.: Инфра-М, 2008, 528 с.
63. Найджел Слак, Чеймберс Стюарт, Джонстон, Роберт. Организация, планирование и проектирование производства. Операционный менеджмент – М.: ИНФРА – М, 2010, 790с.
64. Основы логистики: Учебное пособие / Под ред. Проф. Л.Б.Миротина и проф. В.И.Сергеева. М.: ИНФРА-М, 1999г. – 200 с.
65. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. – М.:Наука, 2006.
66. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989.
67. Практикум по логистике: Учебное пособие / Под ред. Б.А.Аникина. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.:ИНФРА-М, 2002г. – 270 с.
68. Практическая энциклопедия. Логистика. / Под ред. проф. Сергеева В.И. – М.: МЦФЭР, 2007.

69. Просветов Г.И. Математические методы в логистике. Задачи и решения. – М.: Альфа-Пресс, 2008г. – 304 с.
70. Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 352 с.
71. Руа Б. Проблемы и методы принятия решений в задачах со многими целевыми функциями./В сб. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976.
72. Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование и организация систем. – М.: Радио и связь, 1991.
73. Саркисов С.В. Управление логистикой: Учебное пособие. – М.: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2001. – 416 с.
74. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. –М.: ИНФРА –М, 2006. – 976 с.
75. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: Учебник. Инфра-М., 2001г. – 608 с.
76. Сергеев В.И., Эльяшевич И.П. Логистика снабжения: учебник. – М.: Рид Групп, 2011. – 416 с.
77. Сивохина Н.П. и др. Логистика: Учебное пособие.-М.: АСТ РИК Русанова, 2000.-224 с.
78. Слак Найджел, Чеймберс Стюарт, Джонстон Роберт. Организация, планирование и проектирование производства. Операционный менеджмент - М.: ИНФРА-М, 2010г. – 790 с.
79. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах с многими критериями. – М.: Наука, 1981.
80. Степанов В.И. Логистика: Учебник. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. – 488 с.
81. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок. – М.: Инфра-М, 2008, 430 с.



82. Стерлигова А.Н., Фель А.В. Операционный (производственный) менеджмент. Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 187 с.
83. Сток Дж. Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой – М.: ИНФРА-М, 2005
84. Томпсон-мл., Артур, А., Стрикленд Ш, А., Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2009г. – 928 с.
85. Уолш К. Ключевые показатели менеджмента.: Как анализировать, сравнивать и контролировать данные, определяющие стоимость компании. – М.: Дело, 2001г. – 360 с.
86. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок. Пер. с англ. Серия «Зарубежный учебник». – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003г. – 503 с.
87. Управление цепями поставок. Под. ред. Дж. Гатторны (ред. Р. Огулин, М. Рейнольдс). Пер. с 5-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2008, 670 с.
88. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. N 94-ФЗ "О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд".
89. Федеральный закон от 18.07.2011 г. N 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц".
90. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.
91. Фурмс Е.М., Мошкович Е.М. Упорядочение векторных оценок для задачи формирования «портфеля заказов»/СБ. Процедуры оценивания многокритериальных объектов. Вып. 9. – М.: ВНИИСИ, 1984.
92. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1997, 332 с.

93. Хэндильт Р.Б., Николс Э.Л. Реорганизация цепей поставок. –М.: Вильямс,2003.–416 с.
94. Хэндфилд Роберт Б., Николс Эрнеси Л. Реорганизация цепей поставок. Создание интегрированных систем формирования ценности.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003г. – 416 с.
95. Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Дж., Якобс Р.Ф. Производственный и операционный менеджмент, 8-е изд.: Пер. с англ.: М.: Вильямс, 2004г. – 440 с. Просветов Г.И. Математические методы в логистике. Задачи и решения. – М.: Альфа-Пресс, 2008г. – 304 с.
96. Чудаков А.Д. Логистика: Учебник. – М.: РДЛ, 2001. – 480с.
97. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. – М.: Дело, 2000, 440 с.
98. Christopher M. Effective Logistics Management. - London-USA: Gower, 1987. - 182 p.
99. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management Strategies for Reducing Costs and Improving Service, 1992.
100. Christopher M. Marketing Logistics. - Butterwoth Heinemann. G.B., 1998. - 162 p.
101. Christopher M. The Strategy of Distribution Management. - London: Gower, 1986. - 182 p.
102. Dawes R. The robust beauty of improper linear models in decision making./In: « Judgement under uncertainty: Heuristics and biases». – Cambridge Univ., Press, 1982.
103. Gattona J.L., Walters D.W. Managing the Supply Chain. A Strategic Perspective. - Macmillan Business. G.B., 1996. - 360 p.
104. McGrimmon K. An overview of multiple objective decision making./In Multiple criteria decision making. Cochrane I., Zeleny M. (Eds). – Columbia Univ., South Carolina Press, 1973.
105. Puchasing and Supply Management. Creation the Vision. International Tompson Publishing. USA, 1997. - 382 p.

106. Saaty Thomas L. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, 1st edition, 2000. - p. 477.

107. Tversky A., Kahneman D., Slovic P. (Eds). Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. – Cambridge Univ., 1982.

108. Электронный ресурс]: Россия в цифрах. Статистический сборник – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>, свободный

109. <http://www.a-k-d.ru/>

110. <http://www.atomexpo.com/>

111. <http://www.bse.sci-lib.com/>

112. <http://www.fabrikant.ru/>

113. <http://www.fas.gov.ru/>

114. <http://www.rao-ees.ru/>

115. <http://www.rbc.ru/>

116. <http://www.uncitral.org/>

117. <http://www.zakupki.rosatom.ru/>