

ОСОБЕННОСТИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАКУПОК С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТОРГОВ



**ОКСАНА
МАЗУНИНА,**
ОАО
«Атомэнергомаш»,
зам. председателя
ПДЗК

Введение

Осуществление закупок является одной из важнейших функций в любой компании. В частности, как известно (см., например, [8]), 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. Основной целью проведения процедур закупок является обеспечение того, чтобы закупленные объекты и их поставки (товары, работы, услуги) отвечали следующим критериям:

- правильное качество,
- в правильное время,
- в правильное место,
- правильная количественность,
- правильная цена,
- правильные условия,
- правильный источник.

Снижение цены закупаемых товаров и услуг на 5%, в конечном счете, приводит к повышению рентабельности на 37,5%

Другими словами, основной целью проведения процедур закупок является приобретение с наименьшими затратами материальных ресурсов установленного качества и требуемого количества в нужное время и доставка этих ресурсов в необходимое место. Для этого предприятие должно найти поставщика, который в состоянии предложить ему минимальную цену за продаваемые (отвечающие требованиям) материальные ресурсы. Все процедуры, проводимые в рамках организации и проведения закупочной компании, направлены на поиск именно такого поставщика. Благодаря «правильной» организации закупочной деятельности предприятие достигает получения рыночных цен на закупаемую продукцию, следовательно, экономически обоснованную себестоимость производимой продукции; повышения эффективности использования средств, предназначенных на закупки; повышения инвестиционной привлекательности.

Выбирая стратегию управления закупками, менеджер вынужден руководствоваться сразу несколькими критериями. К ним, как правило, относятся: снижение издержек, связанных с поставкой товаров; обеспечение требуемого логистического сервиса и качества продукции; снижение транзакционных издержек на проведение торгов и др. В теории принятия решений при многих критериях такие критерии называют частными. Частные критерии могут быть обусловлены также и требованиями снижения рисков для соответствующих целей поставки с учетом специфики отношения менеджера к риску. Факторами риска могут оказаться: просрочка поставки товара; невозможность своевременно оплатить товар и, как следствие, предъявление штрафных санкций; введение непредвиденных таможенных пошлин и др. Из-за влияния таких случайных воздействий конечный экономический результат ЛПР заранее неизвестен. 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 таких ситуациях одним из наиболее эффективных методов выбора наилучших решений является метод дерева решений, который позволяет в формате анализируемой задачи учитывать как влияние случайных факторов, так и требования оптимизации заданного множества частных критериев [1, 2]. В данной статье задача управления закупками будет формализована как задача принятия решений при многих критериях в условиях риска.

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», который стал новой вехой в развитии института государственных закупок в РФ. 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 ОАО «ЕЭС России» заложена в 2001—2002 годах, когда была образована Центральная конкурсная комиссия и утверждено Положение о порядке проведения регламентированных закупок в ОАО. В декабре 2004 года Правление ОАО «ЕЭС России» одобрило систему Стандартов по организации закупочной деятельности [9]. 29 июля 2009 года Госкорпорацией Росатом был

АННОТАЦИЯ:

Задача управления закупками с учетом возможности торгов впервые формализуется как задача выбора наилучшего решения при многих критериях. Иллюстрируются возможности решения задач такого типа на основе метода дерева решений с учетом требуемых факторов риска.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Управление закупками, многокритериальная оптимизация, учет рисков, выбор наилучшего решения

ANNOTATION:

The object of procurement management through competitive bidding is formalized for the first time as a solution to the problem of choosing the best counsel subject to a large number of criteria. The possibility of solving such problems is illustrated on the basis of a decision tree in consideration of required risk factors.

KEYWORDS:

Procurement management, multicriteria optimization, the account of risks, a choice of the best decision

утвержден Единый отраслевой стандарт закупок, рекомендованный к применению всеми предприятиями атомной отрасли [10].

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

АТРИБУТЫ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

В модели рассматривается ситуация, когда производственному предприятию «АВС» требуется закупить трубопроводную арматуру (далее — ТПА) заданного объема. Оно может осуществлять закупку открытым конкурентным способом:

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

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 включают 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 **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 простоям подрядной организации из-за отсутствия материалов и невозможности в связи с этим начать работу в срок и др.

- 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.

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. Уточним структуру показателей анализируемых частных критериев.

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

- стоимость закупки у изготовителя составляет 5000 тыс. у.е. за всю партию товара, а у посредника на 10 % 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 в среднем на 10%, таким образом, округленно стоимость товара при проведении торгов составляет 4523 тыс. у.е.
- стоимость транспортных расходов составляет 16,3 тыс. у.е. самовывозом и 25,1 тыс. у.е. транспортом поставщика.
- 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 некритическими (**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:

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.

С вероятностью 0,7 при поставке от производителя и с вероятностью 0,55 при поставке от посредника задержки будут не критическими и приведут к потерям в размере 9 тыс. у.е. на заданный объем закупки. При этом в условиях самовывоза вероятность не критической 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 ЛГПР критическим (**БК**) и некритическим (**БН**). Размер издержек от поставки бракованной продукции в формате анализируемой модели может быть:

- 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;
- 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;
- 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;
- 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 [2]. При этом его модификация, предложенная в [1], позволяет реализовать процедуры выбора наилучшего решения, как с учетом факторов риска, так и с учетом многокритериальности

выбора. Отметим, что метод дерева решений позволяет ЛГПР 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. 1 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):

- 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**),
- на транзакционные издержки (**Т**).

Они представлены на рис. 1 указанным набором показателей заданных частных критериев (в соответствующих прямоугольниках, которые приписаны к анализируемым конечным вершинам дерева решений).

ВЫБОР РЕШЕНИЯ (ПРОЦЕДУРЫ СВЕРТКИ И БЛОКИРОВКИ)

Процедуры **свертки** в рамках дерева решений реализуются для конечных вершин круглого типа [2]. Формат указанных процедур позволяет заменить заданные распределения вероятностей случайного конечного результата для круглой вершины на соответственный 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 **ЕVC** — критерием (Expected Value Criterion) [2]. Именно этот подход к учету риска будет представлен в рассматриваемой модели. 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: $40 \times 0,65 + 40 \times 0,35 = 40$.

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: трансакционные 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 блокировки в рамках метода дерева решений реализуются для вершин прямоугольного типа [2]. 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. 1. Суть процедуры блокировки — оставить незаблокированной только альтернативу с наилучшим набором показателей частных критериев. В формате задач выбора наилучших решений при многих критериях существ-

твуют 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.

Таблица 1

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

ФОРМАЛИЗАЦИЯ НАИЛУЧШЕГО РЕШЕНИЯ

Далее процедуры выбора наилучшего решения будут представлены на основе традиционно используемых критериев выбора при оптимизации систем логистики [3,5-6]. Для иллюстрации таких процедур наилучшие варианты организации закупок будут найдены: по методу минимаксного критерия, по методу взвешенных оценок частных критериев, по методу обобщенного скалярного критерия, по методу идеальной точки и по методу критерия среднего геометрического. Напомним, что использование конкретного критерия выбора в практических ситуациях 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.

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. Он и указывает на оптимальное решение (см. табл. 2). В последнем столбце указаны наихудшие показатели по строкам табл. 2. Наименьший из показателей равен 4523. Он соответствует альтернативам **ТС** (закупка путем проведения торгов самовывозом) и **ТП** (закупка путем проведения торгов транспортом поставщика). Они

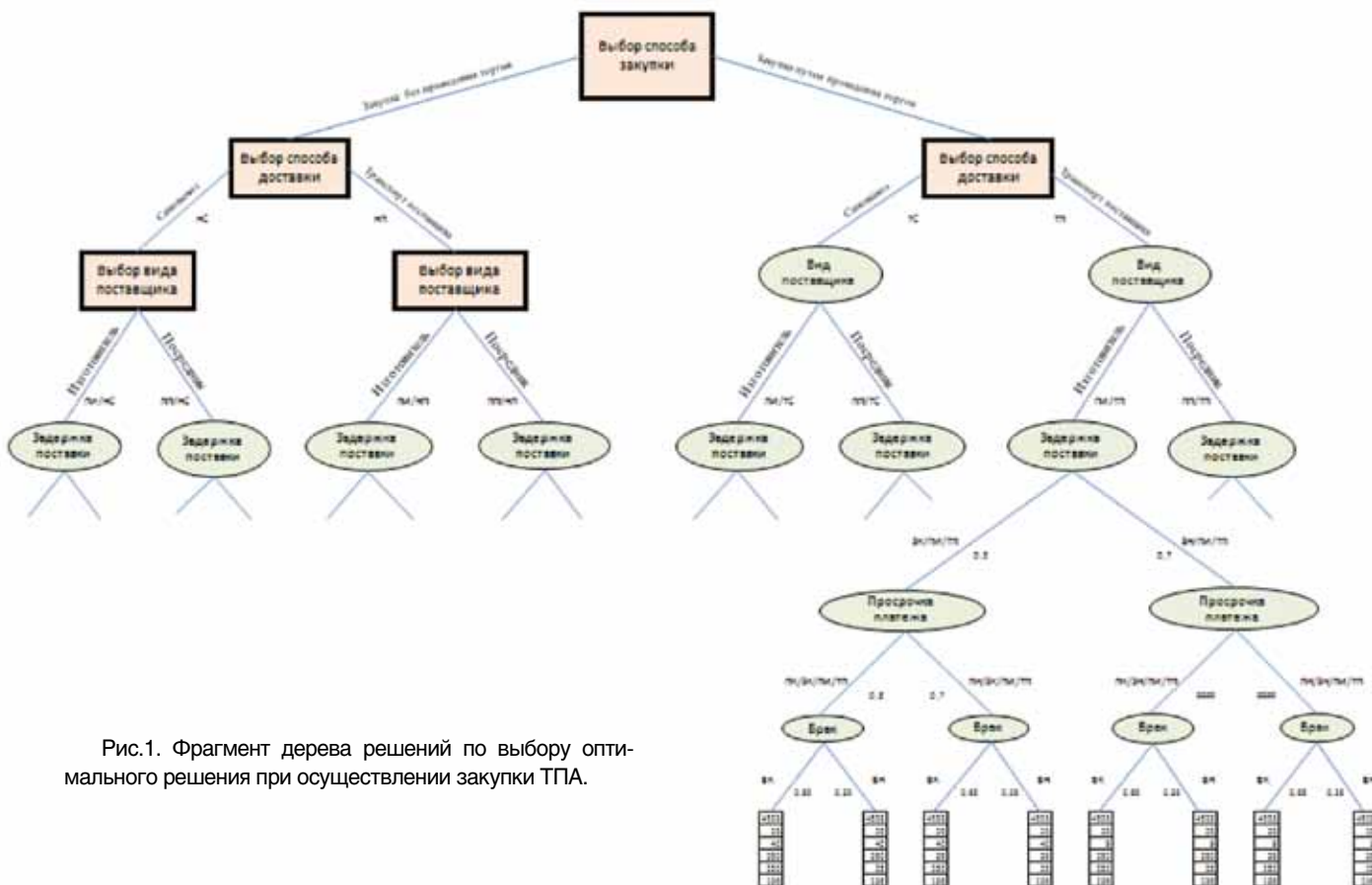
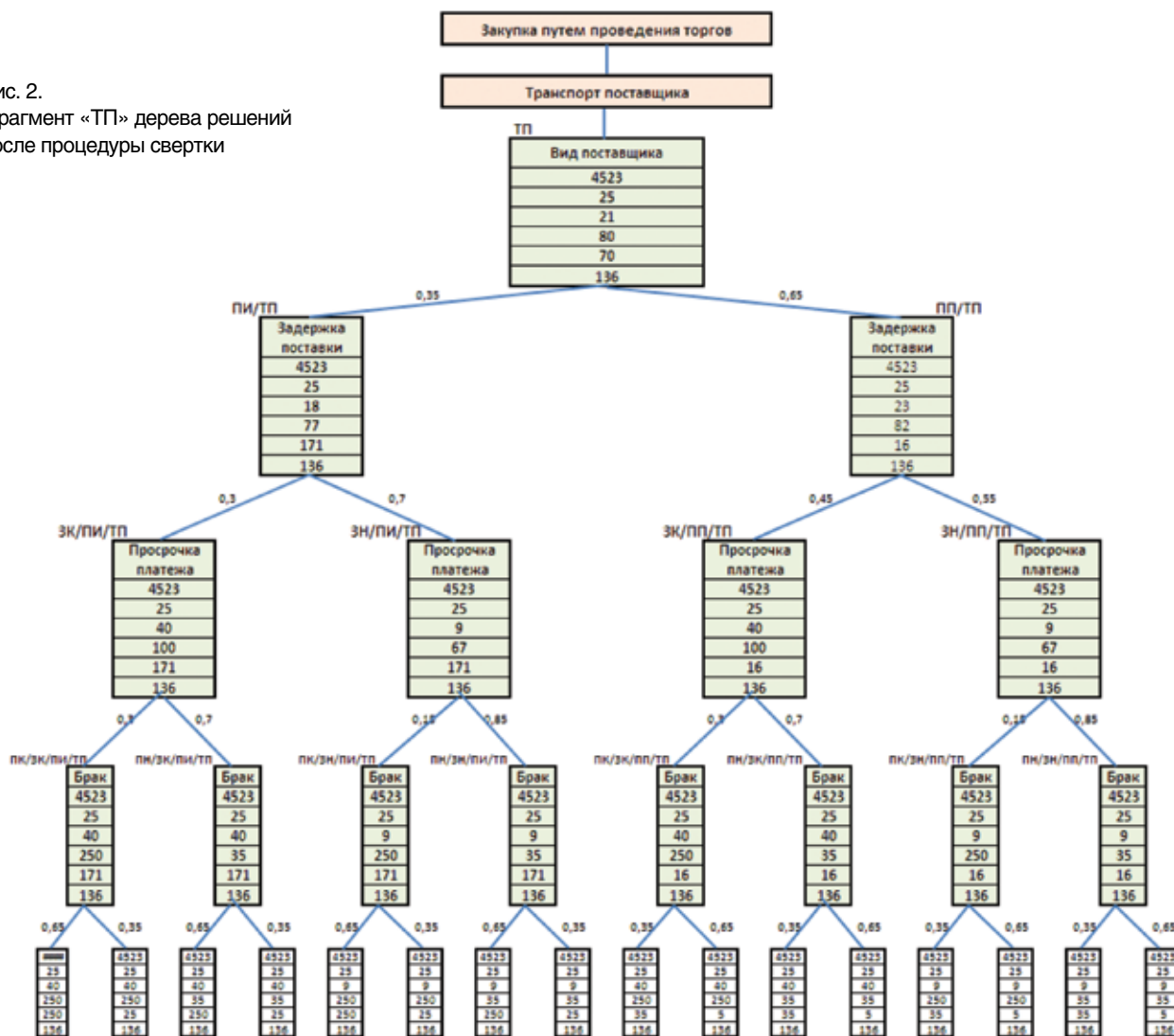


Рис.1. Фрагмент дерева решений по выбору оптимального решения при осуществлении закупки ТПА.

Рис. 2. Фрагмент «ТП» дерева решений после процедуры свертки



являются наилучшими решениями в формате метода минимаксного критерия.

Другие альтернативы (ПИ/НС, ПП/НС, ПИ/НП и ПП/НП) блокируются в формате соответствующих ветвей дерева решений, т.е. не могут быть выбраны в качестве наилучших по этому критерию выбора.

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

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). Пусть в данной модели частному критерию «стоимость товара» присвоен вес С=0,02; вес частного критерия «издержки доставки» равен Д=0,1; вес частного критерия «задержка поставки» равен З=0,3; вес частного критерия «просрочка платежа» равен П=0,1; вес частного критерия «брак» равен Б=0,4; вес частного критерия «транзакционные издержки» равен Т=0,08 (последняя строка табл. 3).

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
Весы	0,02	0,1	0,3	0,1	0,4	0,08	1

В последнем столбе (столбец «взвешенная сумма») табл. 3 указаны результаты среднего арифметического взвешенного показателя по каждой строке с учетом заданных весовых коэффициентов. Выбирается наименьший показатель, который определяет наилучшее решение (показатель 125,08 для альтернативы ПП/НП). В результате по методу взвешенных оценок наилучшим решением является закупка без проведения торгов от посредника транспортно-поставщика. Остальные альтернативы блокируются.

Выбор по методу обобщенного скалярного критерия. 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:

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

$g(C_i^k)$ — 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 указанной критериальной функции F . Особенностью данного метода, как и метода обобщенного минимаксного критерия, 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. 4). По этим показателям определяют значения критериальной функции выбора. Например, для альтернативы ПИ/НС значение указанной функции составит:

$$F(НС) = \frac{5000 - 4523}{4523} + \frac{16 - 16}{16} + \frac{19 - 18}{18} + \frac{63 - 63}{63} + \frac{160 - 16}{16} + \frac{1 - 1}{1} = 9,161016533$$

Таблица 4

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 $G_{\min}(C_i)$	4523	16	18	63	16	1	

Значения критериальной функции выбора для других альтернатив рассчитываются аналогично и указаны в последнем столбце табл. 4. Наименьшее значение функции выбора составляет 0,891317174 и 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. 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. Значения показателей при выборе по этому методу представлены в последнем столбце табл. 5.

Таблица 5

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 равно 2910739200 и соответствует альтернативе ПП/НС (поставка ТПА от посредника самовывозом при закупке без проведения торгов).

Выбор по методу идеальной точки. Для реализации метода указывается «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 (4523; 16; 18; 63; 16; 1). 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. 6.

Таблица 6

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	

Расстояние до УТ для остальных альтернатив рассчитывается аналогично. Наименьшее расстояние до УТ соответствует альтернативе ТП (закупка на основании торгов транспортной поставщиком). Другие альтернативы блокируются.

Заключение

В данной статье 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 [4]), и с другой стороны, к появлению новых вариантов выбора наилучшего решения.

В работе показано, что для нахождения наилучших альтернатив можно использовать формат метода дерева решений. Таким образом, соответствующие проблемы и риски, обуславливаемые форматом процедур закупочной деятельности, могут быть формализованы в виде требований, накладываемых на показатели частных критериев (и затем учтены при принятии решений атрибутами указанного метода). Так, например, 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.

Библиографический список:

1. Бродецкий Г.Л. Метод дерева решений при многокритериальной оптимизации в цепях поставок // *Логистика сегодня*. — №5. — 2008.
2. Бродецкий Г.Л. Моделирование логистических систем. — М.: Вершина, 2006.
3. Бродецкий Г.Л. Системная аналитика принятия решений в исследованиях логистики. — М.: МЦП ГУ-ВШЭ, 2004.
4. Бродецкий Г.Л., Мазунина О.А. Оптимизация закупок по многим критериям с учетом рисков // *Логистика и управление цепями поставок*. — № 4. — 2010.
5. Бродецкий Г.Л., Величко Е.А., Гусев Д.А. Модели управления запасами в условиях риска // *Логистика. Практическая энциклопедия*. — М.: МЦФЭР, 2007.
6. Дыбская В.В. Логистика: Учебник / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев и др. — М.: Эксмо, 2008.
7. Суходольский Г.А. Как выбрать контрагента // *Учет, налоги, право*. — № 28. — 2000.
8. Управление цепями поставок: Справочник издательства Gower / Под ред. Дж. Гатторны (ред. Р.Огулин, М.Рейнольдс); Пер. с 5-го англ. изд. М.: ИНФРА-М, 2008.
9. www.rao-ees.ru, официальный сайт ОАО РАО «ЕЭС России».
10. www.zakupki.rosatom.ru, официальный сайт по размещению заказа Госкорпорации Росатом