

На правах рукописи

ББК: 65в641

Б87

Брегед Максим Викторович

**Моделирование процесса двусторонних
переговоров методом регулярного
симплексного поиска**

Специальность:

08.00.13 - Математические и инструментальные
методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва - 2005

Диссертация выполнена на кафедре математического моделирования экономических процессов Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Ильинский Александр Иоильевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Росс Геннадий Викторович

кандидат технических наук, доцент
Киселев Виктор Вадимович


Ведущая организация: **Научно-исследовательский центр информатики при МИД России.**

Защита состоится «26» мая 2005 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 505.001.03 в Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации по адресу: 125468, г. Москва, Ленинградский проспект, д.55, аудитория 338.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации по адресу: 125468, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49.

Автореферат разослан «26» апреля 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат экономических наук, доцент

 О. Ю. Городецкая

I. Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Теория транзакционных издержек является одной из основ неинституционального подхода в современной экономической науке. Понятие транзакционных издержек впервые ввел известный американский экономист Р.Коуз в тридцатых годах прошлого столетия. В своей работе «Природа фирмы» он объяснял существование фирмы как иерархической структуры, противоположной рынку и имеющей целью своей деятельности минимизацию транзакционных издержек. В дальнейшем формулировка Коуза подверглась многочисленным модификациям, однако понятие транзакционных издержек прочно утвердилось в экономической теории и к настоящему моменту приобрело огромную значимость.

Среди ученых, развивавших подход транзакционной экономики, можно назвать имена А.Алчиана, И.Барцеля, Г.Демсеца, Д.Норта, У.Меклинга, О.Уильямсона, С. Чена и других. Базовой категорией в данном подходе является транзакция - акт взаимодействия экономических агентов. Под транзакцией в современной неинституциональной экономике понимается обмен товарами, различными видами деятельности или юридическими обязательствами, долговременные или краткосрочные сделки и т.п. При этом полагается, что любая транзакция требует детализированного документального оформления и предполагает простое взаимопонимание сторон. Издержки по осуществлению транзакций в неинституционализме являются основным фактором, определяющим структуру и динамику развития различных институтов общества. Значение транзакционных издержек возрастает в процессе экономического развития. Согласно анализу экономики США, проведенного Дж.Уоллисом и Д.Нортом, доля в ВВП США транзакционных услуг, оказываемых частным сектором, в период с 1870 по 1970 г. увеличилась с 23% до 41%, оказываемых государством - с 3,6% до 13,9%. Итоговый рост в указанном периоде 1870-1970 гг. составил с 26,6% до 54,9%. В литературе встречаются различные классификации транзакционных издержек, и часто выделяются пять основных форм:

- издержки поиска информации или поиска партнера транзакции (затраты времени и ресурсов на получение информации о текущей рыночной ситуации и ее анализ);
- издержки ведения переговоров;
- издержки измерения количества и качества вступающих в обмен товаров и услуг;
- издержки по спецификации и защите прав собственности (затраты на содержание судов, арбитража, органов государственного управления, и расходы по восстановлению нарушенных прав);
- издержки недобросовестного поведения партнера (поведения, нарушающего условия контракта и/или направленное на получение односторонних выгод).

В рыночной экономике расходы на ведение переговорного процесса составляют неотъемлемую часть транзакционных издержек деятельности любого экономического агента. Действительно, практически любой сделке предшествуют переговоры об условиях экономического обмена. Заключение и документальное оформление контрактов также требует расходования значительных средств. Основной существующий способ экономии издержек указанного рода - это использование типовых договоров. Однако на этапе согласования сторонами условий контракта или сделки подобные стандартные решения оказываются малопригодными. Переговоры как процесс согласования интересов участников и разрешения потенциального или реального их конфликта, являются актуальным объектом исследования многих научных дисциплин: психологии, социологии, политологии, экономики, теории управления и др.

Переговоры представляют собой сложный динамический процесс взаимодействия людей, на ход которого оказывают влияние множество социологических, социально-психологических, экономических, культурологических и прочих факторов. Математическое моделирование как один из методов исследования присутствует в научных подходах указанных

выше дисциплин, занимающихся проблемой переговоров.

Первые попытки формализации переговоров были предприняты в моделях теории игр (торг по Нэшу, модель Рубинштейна и др.). В их основе, как и большинства классических теоретико-игровых моделей, лежало предположение о полном рационализме участников переговоров. При данных предположениях были построены и исследованы множество моделей, получены условия достижимости и свойства равновесных решений. Однако практическая применимость полученных результатов была сильно ограничена в виду следующих моментов. Условие полного рационализма участников на практике часто нарушается, что подтверждается многими исследованиями психологии принятия человеком решений, а также работами в области экспериментальной экономики. Кроме того, теоретико-игровые стратегии поведения учитывали, по сути, только влияние действий экономических агентов на стратегию противника, т.е. не учитывалось влияние контекста переговорной проблемы. Под контекстом проблемы понимается совокупность причин конфликта, разрешаемого при помощи переговоров, относительного положения (состояния) сторон, опыта ведения ими переговоров и т.п. Представляются некорректными попытки поиска в рамках теории игр универсальных равновесий и стратегий для любых переговорных ситуаций, поэтому учет контекста в моделях очень важен. На практике стратегия поведения на переговорах, кроме действий оппонента и собственных интересов, определяется множеством различных факторов: информированностью о намерениях противника, структурой взаимной информированности участников, ограниченностью времени для принятия решений, и очень часто - психологическим влиянием непосредственно в ходе деловой беседы.

Метод принципиальных переговоров, разработанный под руководством Р.Фишера и У.Юри в рамках Гарвардского проекта по переговорам (Harvard Negotiation Project), состоит в подходе к разрешению конфликта на основе его качественных свойств. Главное внимание в подходе уделяется анализу сути (т.е. структуре и контексту) проблемы. Single negotiation text (SNT) или процедура

одного текста - специальный случай метода принципиальных переговоров, также разработанный этими исследователями. Целью процедуры является поддержание процесса в русле принципиальных переговоров и упрощение процесса в целом. Принцип к настоящему времени детально проработан и хорошо зарекомендовал себя в переговорной практике благодаря тому, что он совмещает учет контекста переговорной проблемы с принципом поиска выгоды одновременно для обоих участников. Основной идеей, позволяющей уйти от неэффективного торга относительно позиций, является привлечение независимой третьей стороны (медиатора), которая регулирует процесс взаимодействия остальных. Ввиду этого особенно актуальной явилось создание инструментальных и аналитических методов поддержки для медиации переговорных процессов. Эти методы преимущественно являются интерактивными и существенно используют информацию о проблеме, которую получают от взаимодействующих с ними участников переговоров. При SNT-подходе наилучшим результатом применения подобных методов является достижение компромисса, оптимального по Парето¹. Оптимальные по Парето решения считаются в широком смысле «хорошими» для многих прикладных задач в экономике.

Анализ проблематики исследований позволяет утверждать, что возникает необходимость развития методов моделирования переговорных процессов, учитывающих контекст проблемы и индивидуальные характеристики участников. Отсутствуют в экономической литературе практические рекомендации по оптимизации переговорных схем на основе анализа переговорной ситуации, учитывающих упомянутые выше факторы (исключение составляют рекомендации по методам психологического воздействия на оппонента в ходе деловой беседы).

Таким образом, актуальной экономической проблемой является разработка экономико-математической модели и инструментальных средств поддержки,

¹ Переговорное соглашение называется оптимальным по Парето, если изменение этого соглашения с целью увеличения полезности какого-либо участника возможно только за счет уменьшения полезности остальных

позволяющих анализировать ситуацию на переговорах, способствовать скорейшему достижению Парето-оптимальных компромиссов и тем самым снижать издержки участников. В связи с изложенным был определен выбор темы, цель и задачи диссертации.

Целью диссертационного исследования является разработка методики поддержки переговорного процесса, применение которой сокращает трансакционные издержки субъектов-участников.

Для реализации цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- анализ процессов взаимодействия между экономическими агентами при ведении двусторонних переговоров;
- анализ существующих моделей переговорных процессов, методов их формализации и средств поддержки;
- обоснование применения методов, основанных на процедуре одного текста, к решению задачи снижения переговорных издержек;
- разработка метода симплексного поиска решения в пространстве предложений переговорного компромисса, оптимального по Парето;
- разработка алгоритма поиска оптимального по Парето решения и его реализация в компьютерной программе;
- выявление и описание влияния параметров метода симплексного поиска на основной экономический критерий задачи - уменьшение переговорных издержек.

Объектом исследования являются экономические агенты в качестве участников двустороннего переговорного процесса.

Предметом исследования являются средства и методы формализованного представления, экономико-математического моделирования и поддержки переговорных процессов.

Теоретическая и методическая основа исследования. Теоретической и методологической базой диссертационной работы являются научные труды отечественных ученых МГУ им. М.В.Ломоносова, МГИМО, Института проблем управления им. Трапезникова РАН в областях анализа переговорных процессов,

принятия решений в условиях неопределенности, исследования трансакционных механизмов в современной экономике. В диссертации также использованы разработки зарубежных ученых, выполненные в рамках переговорных проектов в Университете Карлтон (Канада), Гарвардском юридическом факультете (США), Технологическом университете Хельсинки (Финляндия).

В ходе исследования применялись методы переговорного анализа, конфликтологии, теории игр, теории принятия решений и теории оптимизации. Для программной реализации и численных испытаний использованы инструментальные средства разработки и компьютерного анализа данных: *BorlandC++ Builder, Origin, Maple*.

Работа выполнена в соответствии с пунктом 1.2 Паспорта специальности 08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке и научном обосновании методики поддержки переговорного процесса на основе регулярного симплексного поиска компромисса.

В результате исследования были получены и выносятся на защиту следующие научные результаты:

- предложена экономико-математическая модель переговоров в виде условной двухкритериальной оптимизации на множестве допустимых предложений;
- предложено применение принципа процедуры одного текста для решения экономической задачи уменьшения трансакционных издержек участников переговоров;
- разработана методика поддержки переговоров, в которой удалось учесть выделенные свойства переговорных процессов за счет использования интерактивных компьютерных методов, позволяющих работать с предпочтениями ЛПР без построения его функции полезности в явном виде;
- на основе метода симплексного поиска разработан комплекс

инструментальных средств, реализующий в рамках предложенной модели поиск переговорного компромисса, оптимального по Парето.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что ее основные положения, результаты и разработанные методики ориентированы на широкое использование на практике при оптимизации процесса переговоров между экономическими субъектами по заключению договоров, контрактов, сделок.

Самостоятельное практическое значение имеют:

- значительное ускорение переговорного процесса и снижение транзакционных издержек;
- алгоритм программы и инструментальное средство, реализующее взаимодействие участников переговоров по предложенной методике;
- рекомендации аналитику-медиатору по выбору режимов и значений параметров алгоритма, позволяющие за счет учета особенностей конкретных переговорных ситуаций повысить эффективность методики.

Апробация и внедрение результатов. Основные положения диссертационного исследования докладывались на второй международной школе-семинаре "Science Online: электронные информационные ресурсы для науки и образования" (22-29 ноября 2003 г., г. Хургада, Египет); на постоянно действующем научно-методическом семинаре кафедры математического моделирования экономических процессов Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации.

Полученные теоретические и методологические результаты используются в учебном процессе при преподавании дисциплины «Экономико-математическое моделирование» на кафедре математического моделирования экономических процессов Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования нашли отражение в 4 публикациях общим объемом 2,16 п.л., все авторские.

Структура и содержание работы обусловлены логикой, целью и

задачами проведенного исследования. Работа включает введение, три главы, 23 рисунка, 3 таблицы, заключение, список литературы из 103 наименований, 5 приложений.

II. Основные результаты работы

Модели переговорных процессов и конфликтных ситуаций. Проведен анализ существующих подходов к моделированию двусторонних переговоров на базе традиционных моделей теории игр (торг по Нэшу, модель Рубинштейна и др.) и методов системной динамики. При анализе основное внимание было уделено проблеме учета в моделях основных аспектов переговорного взаимодействия: стратегий сторон, информированности, контекста конфликтной ситуации.

В рассмотренных моделях основным положением является условие полного рационализма участников, которое, однако, часто нарушается на практике. Кроме того, учитывалось только взаимное влияние стратегий экономических агентов друг на друга, т.е. не рассматривался контекст переговорной проблемы. Таким образом, необходимо развитие рассматриваемых методов в направлении учета контекста задачи и индивидуальных особенностей участников.

В работе исследованы существующие на данный момент системы поддержки переговоров. Выявлены общая сложность построения подобных систем, высокие требования к уровню технических знаний участников и большая длительность этапа подготовки и настройки системы под конкретную переговорную задачу.

В диссертации рассмотрен практически важный класс переговоров, проводимых по протоколу SNT (single negotiation text, процедура одного текста - подход, позволяющий успешно разрешать конфликт на основе его качественных свойств). Данный подход эффективно применяется в переговорной практике. Было предложено использовать принцип процедуры одного текста при решении поставленной задачи снижения транзакционных переговорных издержек

участников. Были рассмотрены методы моделирования переговоров с использованием процедуры одного текста. В результате анализа было выделено семейство интерактивных методов поиска совместной выгоды как наиболее эффективных для решения поставленных в диссертации задач, и сделано научное обоснование этого выбора.

Для решения поставленных задач был предложен метод регулярного симплексного поиска компромисса. Формально данный метод может быть отнесен к классу методов поиска совместной выгоды, однако содержит ряд принципиальных модификаций, делающих его более эффективным по сравнению с другими.

Метод регулярного симплексного поиска компромисса в пространстве предложений предложен для решения задачи нахождения переговорного соглашения, поставленной в следующем виде. Переговорный процесс представлен как процесс *условной оптимизации двух функций полезности участников одновременно*. Оптимизация (максимизация) функций полезности производится методом нулевого порядка с помощью шаблона (регулярный симплексный поиск) на множестве Ω , которое содержит некоторый набор n -мерных векторов. Его размерность n определяет количество вопросов, обсуждаемых в ходе переговоров, $n \geq 2$, а векторы имеют вид

$$x = (v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (1)$$

где каждому действительному числу v_j , $j = \overline{1, n}$, взаимно соответствует j -й переговорный вопрос. Величины v_j называются переговорными переменными, векторы x - предложениями, а Ω - множеством допустимых предложений. Очевидно, что при таком способе задания множество Ω определяет ограничения, накладываемые на возможные (допустимые) значения переговорных переменных. Регулярным симплексом S называется правильный простейший выпуклый многогранник в R^n . Для пространства размерности n количество вершин симплекса равно $n+1$, это минимально возможное число различных точек пространства, не принадлежащих одной гиперплоскости. Примером

симплекса в R^1 является отрезок (одномерный симплекс), в R^2 - треугольник (двумерный симплекс), в R^3 - тетраэдр (трехмерный симплекс). Совместным пространством полезности называется множество $U = \{u \in U : u = (u_A, u_B)\}$, где $u_A = f_A(x)$ и $u_B = f_B(x)$ - значения функций полезности сторон.²

Когда переговоры осуществляются по протоколу SNT, ситуация в каждом раунде соответствует некоторой точке в U . Обозначим рассматриваемый процесс как $SNT(t)$ время. Его можно наглядно проиллюстрировать «цепочкой» состояний-итераций (2) в совместном пространстве полезности U . Обозначим их SNT с номером шага (раунда), на котором состояние было достигнуто: $SNT(t=k) = SNT_k$.

$$SNT_1 \rightarrow SNT_2 \rightarrow \dots \rightarrow SNT_k \rightarrow SNT_{k+1} \rightarrow \dots \quad (2)$$

Однако рассмотрение процесса непосредственно в пространстве полезности U затруднено ввиду неполноты используемой информации и невозможности на практике задать функции полезности в явном виде.

Предлагаемый метод моделирования позволяет работать с предпочтениями лица, принимающего решения (ЛПР), без построения его функции полезности.

Окончанием процесса оптимизации считается нахождение компромисса, оптимального по Парето. Таких решений может существовать несколько, они образуют множество Эджворта-Парето. При количестве переговорных ресурсов, равном двум, рассматриваемая задача сводится к широко известной в теории общего экономического равновесия модели *ящика Эджворта*. В этом случае указанное множество решений представляет собой контрактную линию. Выбор различных вариантов начальных соглашений приводит, в общем случае, к достижению различных компромиссов из множества Эджворта-Парето.

В работе сделано обоснование, почему использована именно регулярная симплексная оптимизация. Это связано с простой структурой и реализацией алгоритма, прозрачностью данной схемы переговоров для участников, а также

² Индексы А и В в любой формуле или выражении обозначают принадлежность величины к участнику переговоров, соответственно стороне А или стороне В.

со сниженной трудоемкостью метода для ЛПР. Условие применения регулярного поискового шаблона также было обосновано и связано со спецификой поставленной задачи.

Инструментальное средство, реализующее предложенный метод, разработано с использованием объектно-ориентированной среды программирования *Borland C++ Builder 5*. Программа позволяет экспортировать полученные результаты в формате данных ASCII, также для удобства визуализации хода процесса данные могут быть сохранены в формате математического программного пакета Maple 8. Выбор среды программирования обоснован широким спектром возможностей, предоставляемых системой, в частности, возможностью создавать интуитивно-понятный и эргономичный интерфейс программы.

Принцип симплексного поиска компромисса. Работу алгоритма метода, предложенного в диссертации, можно пояснить на примере двустороннего переговорного процесса относительно $n=2$ вопросов. Пусть в начальный момент времени $t=0$ (0-й раунд переговоров) сторонам предлагается на обсуждение вариант соглашения (единый текст), обозначим это состояние SNT_0 . Ему соответствует некоторая точка x^0 , принадлежащая множеству допустимых предложений Ω . Вокруг x^0 строится шаблон поиска - регулярный симплекс с ребрами заданной длины l . Для случая двух переговорных переменных симплексом будет правильный треугольник, координаты каждой из его вершин соответствуют некоторым значениям переговорных переменных. Затем, каждой из сторон предлагается сравнить между собой 3 предложения, соответствующие вершинам треугольника, и выбрать из них наихудшее с точки зрения полезности для ЛПР. Свой выбор стороны производят независимо друг от друга и одновременно. Если наихудшая вершина оказывается одной и той же для обоих участников, то производится ее отражение относительно стороны треугольника, которой принадлежат две оставшиеся вершины. Если сторонами выбираются различные варианты (разные вершины симплекса, например, $x^{k,A}$ и $x^{k,B}$), то это соответствует различным направлениям увеличения полезности. В качестве

правила согласования этих направлений было предложено выбирать биссектрису угла между этими направлениями. Правило проиллюстрировано на рис.1, который соответствует k -му раунду переговоров и переходу $SNT_k \rightarrow SNT_{k+1}$. Если шаблон является правильным треугольником, следовательно, вектор биссектрисы r^{bisect} направлен к третьей вершине, и относительно нее происходит отражение симплекса.

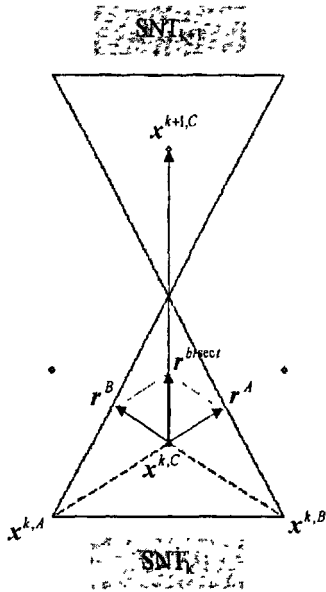


Рис. 1. Отражение симплекса в направлении биссектрисы угла между векторами улучшающих направлений для каждого из участников.

Поскольку поставленная задача является задачей условной оптимизации, в алгоритм добавлен блок обработки выхода за пределы допустимого множества Ω . Если на некотором шаге k в результате отражения симплекса одна или несколько его вершин оказываются за границей множества Ω , то он считается промежуточным S_{temp} и производится его модификация согласно следующей процедуре:

1. Производится редукция шаблона, т.е. уменьшение его размеров в $1/\delta$ раз,

$\delta \in (0, 1)$. Это может быть выполнено путем сжатия промежуточного симплекса S_{temp} к любой из его вершин. Полученный симплекс с ребрами длиной $l\delta$ обозначим S_{temp2} .

2. Для всех вершин симплексов S_k и S_{temp2} , исключая отраженные на шаге k , вычисляются координаты равноудаленных от них точек c^k и c^{temp2} соответственно. Вычисления легко производятся по формулам для центра масс системы материальных точек, какой является симплекс.
3. Симплекс S_{k+1} для следующей итерации получается параллельным переносом симплекса S_{temp2} на вектор $\Delta c = c^k - c^{temp2}$

Если хотя бы одна вершина полученного симплекса S_{k+1} выходит за границу множества Ω , то п.п.1-3 повторяются снова. Очевидно, что процедура будет выполнена конечное число раз, поскольку на шаге k симплекс S_k , а значит все неотраженные вершины и их центр масс c^k , находится строго внутри Ω . Если же $S_{k+1} \in \Omega$, то осуществляется переход к $(k+1)$ -й итерации и поиск продолжается.

Совмещение центров граней, относительно которых производилось отражение, путем параллельного переноса в п.3 необходимо, чтобы сохранялась равнозначность интересов сторон. В результате редукции к какой-либо вершине происходит смещение центра нового симплекса относительно центра исходного. Как показал численный эксперимент, если не осуществлять параллельный перенос, то может возникнуть немотивированное одностороннее увеличение полезности одного из участников, что недопустимо при SNT-подходе.

Критерий остановки алгоритма проверяется в конце каждого шага и включает в себя выполнение любого из двух условий:

Условие 1. *Отражения всех вершин симплекса S_k оказываются неудачными, при этом отражение симплекса S_{k+1} на $k+1$ шаге дает снова S_k .* Очевидно, что остановка алгоритма происходит в области, в которой дальнейшее увеличение полезности одновременно для двух агентов невозможно - все варианты отражения S_k приводят к меньшей полезности для них обоих.

Условие 2. *Длина ребра симплекса стала меньше некоторой заданной*

величины $\varepsilon > 0$. Данное ограничение вполне закономерно, поскольку, чем меньше шаблон, тем ближе друг к другу находятся альтернативы-вершины, и тем сложнее ЛПР делать среди них выбор.

Если критерий остановки не выполнен, то осуществляется переход к следующему раунду переговоров с новым поисковым симплексом S_{k+1} .

В многомерном случае, при $n > 2$, принцип работы метода полностью сохраняется ввиду того, что все базовые элементы алгоритма - векторные (предложения, правила построения и преобразования симплекса), и количество компонент не имеет значения.

В диссертации рассмотрены вопросы и определены условия сходимости алгоритма в зависимости от вида оптимизируемых функций полезности, вопросы точности определения координат точки компромисса. Также предложены способы повышения точности алгоритма и выбора значений параметров.

Основные результаты моделирования переговоров методом симплексного поиска компромисса. С помощью программы, реализующей предложенный метод, в работе произведены численные испытания алгоритма метода в широком диапазоне параметров. Приводимые результаты были получены для случая использования степенных мультипликативных функций полезности вида:

$$f(x) = \lambda x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n}, \quad (3)$$

где $\lambda > 0$ - константа, $\alpha_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$

Из семейства (3) выбирались две различные целевые функции, конкретный вид которых определялся следующими экономическими рассуждениями.

Во-первых, поскольку рассматриваем задачу с ресурсными ограничениями, было задано множество допустимых альтернатив. Для наглядности и простоты область Ω была выбрана в виде гиперкуба с ребром равным 1, прилегающего к началу координат: $\Omega = \{x \in R^n : 0 \leq x_i \leq 1\}, i = 1 \dots n$.

Таким образом, все переговорные переменные являлись непрерывными неотрицательными величинами, значения которых нормированы на интервал $[0,1]$.

Во-вторых, очевидно, что косвенные функции полезности для стороны A и B должны иметь разный характер поведения по одной или нескольким компонентам. Например, пусть моделируется процесс переговоров о купле-продаже некоторого актива, и переменная x_1 отражает цену этого актива. Тогда если сторона A - продавец (владелец актива), то его функция полезности растет с увеличением x_1 , а для покупателя B косвенная полезность с ростом цены уменьшается. Этот факт должен отражаться в конкретном виде косвенных функций полезности, получаемом из общего вида (3).

Таким образом, в численном эксперименте варьированием указанных свойств переговорных переменных, а также выбором разных значений параметров λ и α_i в (3) получались различные режимы работы алгоритма.

Испытания показали адекватность работы алгоритма во всех его режимах.

Для иллюстрации из множества режимов был выбран один наиболее характерный, при котором оказались задействованы все основные модули алгоритма. Для остальных режимов работы алгоритма результаты качественных отличий не имели.

Все параметры для характерного режима представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры численного эксперимента.

параметр	описание
Размерность пространства предложений	$n = 2$
Множество допустимых предложений Ω	единичный неотрицательный квадрат, прилегающий к началу координат
Начальная точка	$x^0 = (0.2, 0.4)$
Длина ребра симплекса	$l = 0.1$
Коэффициент редукции симплекса	$\delta = 0.8$
Параметр точности	$\varepsilon = 0.5$
Функции полезности сторон	$\lambda = 1, \alpha_{1A} = \alpha_{2A} = \alpha_{1B} = \alpha_{2B} = 1/2,$ $U_A = x_1^{1/2} x_2^{1/2}, U_B = (1 - x_1)^{1/2} x_2^{1/2}$

После запуска программы результат каждого шага алгоритма определялся как промежуточный компромисс, состояние SNT-K, где K - номер текущей итерации. Для визуализации процесса поиска производился экспорт данных в формат документа Maple 8, на рис. 2 представлен результат его выполнения в Maple.

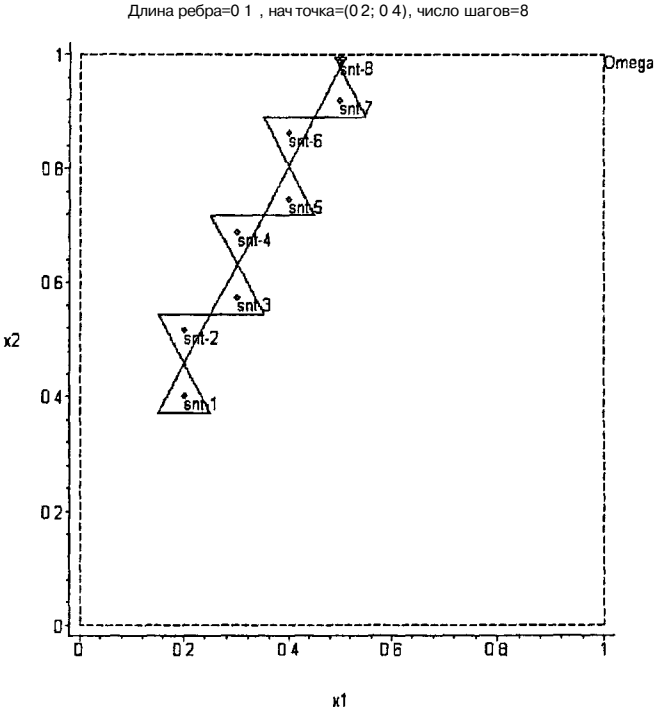


Рис. 2. Визуализация процесса симплексного поиска.

На рис. 3 в совместном пространстве полезности U жирной ломаной линией изображена цепочка SNT-итераций, получаемая в данном режиме. Номерами обозначены порядковые номера промежуточных компромиссов. На графике указаны также погрешности определения полезности в точках компромисса. Наличие ошибок локализации компромиссов объясняется тем фактом, что искомая точка всегда принадлежит области пространства,

ограниченной симплексом, однако указать ее конкретное положение в этой области невозможно.

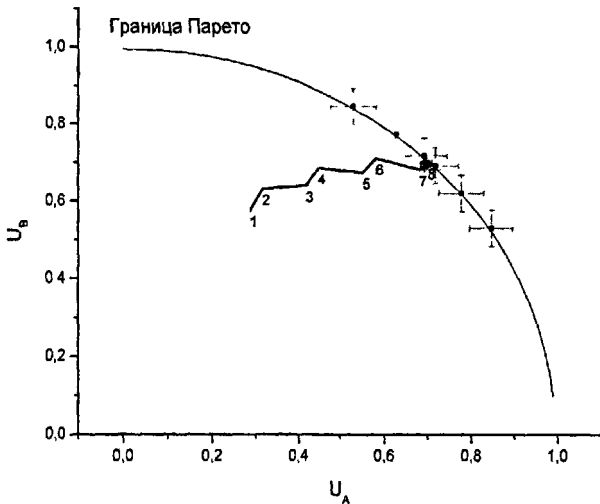


Рис. 3. Локализация компромисса в процессе симплексного поиска (нумерованные точки) и аппроксимация границы Парето (точки без обозначений).

Был поставлен дополнительный эксперимент с целью проверки, является ли получаемая информация о точках компромисса достаточной для аппроксимации по ним границы Парето. В качестве начальных точек были выбраны 16 точек, равномерно распределенных по множеству допустимых предложений Ω . Точки выбирались в узлах наложенной на Ω сетки с шагом 0,2. Остальные параметры были выбраны такими же, как в таблице 1. Граница Парето, изображенная на рис. 3, вычислялась по определению. Результаты эксперимента отображены на том же рисунке в виде множества точек без численных обозначений. Как можно видеть, на некотором участке этой границы полученные точки компромисса с учетом ошибок локализации хорошо ложатся на «теоретическую» кривую. Поэтому можно утверждать, что ее аппроксимация, например, выпуклыми функциями методом наименьших квадратов, даст на

данном участке весьма хорошее приближение. В работе также дано качественное объяснение существования областей неравномерной сходимости алгоритма на оптимальной границе.

На рис. 4 приведена динамика изменений функций полезности участников переговоров A и B . Как видно, до четвертой итерации включительно происходило одновременное увеличение полезности сторон. В дальнейшем полезность стороны B в пределах ошибок локализации оставалась постоянной, и наблюдалось только возрастание U_A до тех пор, пока это было возможным без уменьшения полезности B . Очевидно, что получаемый в итоге компромисс оптимален по Парето по определению.

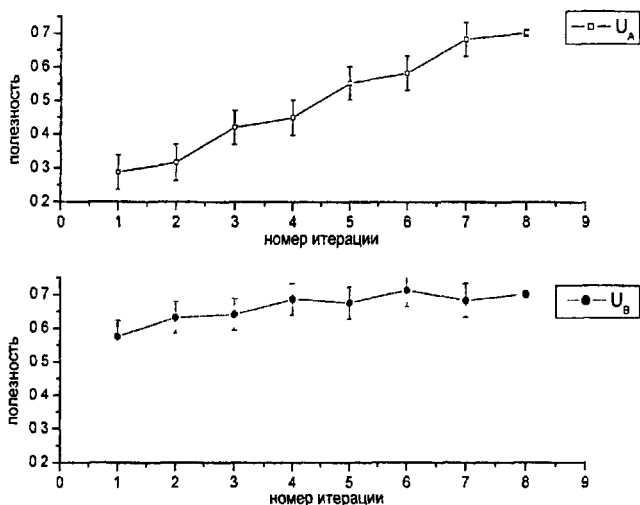


Рис. 4. Зависимость величин полезности участников переговоров от номера SNT-итерации.

В работе произведены оценки полученных результатов по основному экономическому критерию задачи - снижению транзакционных издержек. Предположим, что TC_{neg} издержки на организацию, проведение и оформление переговоров, равны

$$TC_{neg} = 0.2 TC_{all} \quad (4)$$

Основная часть этих затрат приходится непосредственно на процесс переговорного взаимодействия, т.е. на выработку и согласование условий соглашения. Этот процесс традиционно многоэтапный, состоящий из многих раундов переговоров. Допустим, что стоимость каждого раунда переговоров постоянна и в ее величине учтены экономические ограничения процесса, по достижении которых дальнейшее ведение переговоров становится экономически нецелесообразным. Такими ограничениями могут выступать максимальная длительность переговоров или максимально возможный уровень издержек. Пусть для процесса, проводимого по некоторой *неоптимальной* (например, исторически сложившейся) схеме при достижении компромисса за k_1 раундов, транзакционные издержки:

$$TC_{neg} = k_1 \cdot TC_k \quad (5)$$

Допустим, что в результате использования более эффективной схемы, основанной на принципе процедуры одного текста, и реализованной инструментально в виде метода симплексного поиска, квалифицированный медиатор-аналитик помогает экономическому субъекту достичь компромисса с партнером за k_2 раундов, $k_2 < k_1$. Необходимо учитывать, что дополнительный выигрыш при эффективных переговорах может достигаться не только во времени, но и в стоимости каждого раунда (допустим, в γ раз, $\gamma \leq 1$). Уменьшение издержек составит

$$\frac{TC_{neg}^{eff}}{TC_{neg}} = \frac{k_2 \cdot TC_k^{eff}}{k_1 \cdot TC_k} = \frac{k_2}{k_1} \gamma \quad (6)$$

В работе предложена методика оценки величины k_2/k_1 и произведен ее численный расчет для значений параметров характерного режима (таблица 1). Полученное значение $\frac{k_2}{k_1} \approx 0.43$. Из (6) получим величину экономии транзакционных издержек на ведение переговоров для данного случая:

$$\frac{TC_{neg}^{eff}}{TC_{neg}} \approx 0.43\gamma, \quad (7)$$

где γ - коэффициент, который отражает влияние факторов, независящих от количества прошедшего времени, на стоимость одного раунда переговоров. Положим $\gamma=1$, т.е. все издержки обусловлены только длительностью переговоров. Таким образом, **использование предлагаемого метода приводит к снижению переговорных затрат на 57%**, а согласно (4) **суммарные транзакционные издержки снизятся на 11,4%**.

Разработанный метод нахождения переговорного компромисса позволяет снизить транзакционные издержки на ведение процесса переговоров, и таким образом повысить конкурентоспособность экономических агентов, участвующих в рыночных обменах.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Брегеда М.В. Учет контекста конфликта при моделировании переговорного процесса. Модели экономических систем и информационные технологии. Сборник научных трудов / под ред. Голосова О.В., выпуск XI, Финансовая академия при Правительстве РФ, М., 2003. (0,6 п.л.)
2. Брегеда М.В. О некоторых подходах к моделированию процесса ведения переговоров. Актуальные проблемы математического моделирования в финансово-экономической области. Сборник научных статей. Вып. 4. Финансовая академия при Правительстве РФ, М., 2004. (0,59 п.л.)
3. Брегеда М.В. Методы моделирования переговоров при использовании процедуры одного текста. // Консультант директора, 2004, №19(223). (0,44 п.л.)
4. Брегеда М.В. Новый метод повышения эффективности переговоров. // Бюллетень финансовой информации, 2005, №1(116). (0,53 п.л.)

Принято к исполнению 22/04/2005
Исполнено 25/04/2005

Заказ № 781
Тираж 100 экз

ООО «11-й ФОРМАТ» ИНН 7726330900
Москва, Балаклавский пр-т, 20-2-93
(095) 747-6470
www.autoreferat.ru

