

### Выводы

1. Разработана математическая модель задачи оптимизации размещения товара на распределительном центре с адресной системой хранения и эвристический алгоритм ее решения с помощью правил, основанных на показателях «Частота встречаемости товара в заказах клиента» и «Количество обращений к ячейке среднего размера с товаром».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, Технологии, управление и логистика. – М.: Проспект, 2005. – 176 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на профессионалов / Под ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с.
3. Модели и методы теории логистики / Под ред. В.С. Лукинско-го. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.
4. Шрайбфедер Д. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.

2. Проведено экспериментальное исследование и выполнена оценка точности предложенных правил на примере распределительного центра группы компаний «Лама», г. Томск. Для размещения товаров на распределительном центре с адресной системой хранения выбрано правило, основанное на показателе «Количество обращений к ячейке среднего размера с товаром», как наиболее точное.

5. Вагнер Г. Основы исследования операций. Том 2. – М.: Мир, 1973. – 478 с.
6. Ехлаков Ю.П. Теоретические основы автоматизированного управления. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2001. – 337 с.

Поступила 15.09.2008 г.

УДК 519.81

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СТУДЕНТАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

С.В. Микони, Д.П. Бураков, М.И. Гарина

Петербургский государственный университет путей сообщения  
E-mail: mikoni@pgups.ru

*Рассматриваются этапы развития теории принятия решений. Отмечаются особенности современного состояния этого научного направления. Они учитываются при задании целей и формирования содержания лабораторных работ для практического освоения теории принятия решений студентами информационных специальностей. В качестве среды для выполнения работ используется разработанная авторами учебная версия системы СВИРЬ.*

### Ключевые слова:

*Модель выбора, векторная оптимизация, скалярная оптимизация, Парето-доминирование, функция полезности, многокритериальная классификация, приоритет сущности.*

### Введение

Хорошо известно, что знание только тогда становится активным, когда теоретические сведения закрепляются практическими занятиями. Их эффективность зависит не только от функциональных возможностей лабораторного оборудования и методики проведения занятий, но и от мотивации обучаемого. Практическое освоение теории принятия решений благоприятно для повышения мотивации студентов в том смысле, что они получают возможность решать интересующие их практические задачи с привлечением научного знания, ибо проблема выбора встаёт перед каждым человеком. Это способствует лучшему освоению теоретических знаний и осознанному применению их в практической деятельности. В настоящей работе излагается содержа-

ние и методика проведения лабораторных работ, а также рассматривается инструментальная среда, используемая для их выполнения.

### 1. Постановка задачи

В настоящее время теория принятия решений (ТПР) является востребованной дисциплиной. Её методы и средства используются при разработке систем поддержки принятия решений (СППР) и систем автоматизированного проектирования (САПР). Трудность преподавания этой дисциплины в рамках семестрового курса заключается в её всеохватности. Действительно, все дисциплины, связанные с проектированием новых систем и анализом действующих систем, затрагивают в той или иной степени проблему выбора.

Прародителем ТПП следует считать исследование операций, в рамках которого изучаются методы оптимизации [1]. Модели математического программирования О.И. Ларичев называет *объективными* в силу использования в них известной детерминированной, либо статистической информации [2]. Особенностью моделей выбора этого типа является *невный* способ представления вариантов решения. Допустимое множество вариантов (альтернатив) задаётся границами, которые представляются совокупностью ограничительных критериев.

Другой важный класс задач выбора характеризуется *конечным числом* вариантов решения, наличием *более одного* критерия оценивания и использованием *различных шкал* для измерения используемых в моделях выбора признаков. Решение этих задач требует применения экспертных оценок, вносящих в модель выбора субъективный фактор, в силу чего соответствующие модели выбора в [2] называются *субъективными*. Объём субъективной информации в этих моделях зависит от их размерности и от применяемых методов выбора.

В задачах малой размерности, с малым числом вариантов и критериев, существует возможность тщательного экспертного анализа на полезность и независимость критериев, а также задания предпочтений на множестве вариантов решений по каждому критерию и на множестве критериев. Задачи этого класса решаются, как правило, экономистами и управленцами верхнего уровня. Эти особенности нашли отражение в учебниках, используемых для обучения специалистов соответствующих профилей. В практических работах большое внимание уделяется освоению ими экспертных методов анализа и синтеза моделей выбора.

В задачах большой размерности, с десятками вариантов и критериев, влияние каждого критерия на результаты выбора убывает. Это позволяет использовать в моделях выбора преимущественно линейные функции полезности. По этой причине модели выбора содержат меньший удельный объём экспертной информации, но в силу своей размерности требуют большего объёма обработки данных. Эти задачи характерны для нижних уровней управления, где в базах данных накапливается большой объём информации, ещё не подвергшейся агрегированию для передачи на верхние уровни управления. Практики решают такие задачи, как правило, приближённо, без привлечения научных знаний. Поэтому весьма актуально таким образом организовать практическое обучение студентов информационных специальностей, чтобы полученные знания были в последующем востребованы на практике.

## 2. Особенности современной теории принятия решений

На содержание и объём практических навыков, подлежащих усвоению при изучении теории принятия решений, оказывают влияние разделы, включённые в теоретический курс. В свою очередь, теоретический курс составляется с учётом текуще-

го состояния научного знания и технологии его реализации на практике. На содержание теоретического курса влияют также предпочтения лектора и его принадлежность к одной из научных школ. Это нетрудно проследить на примере некоторых учебников по теории принятия решений [2–4].

На сегодняшний день можно выделить три этапа изучения моделей и методов принятия решений. На 1-м этапе методы принятия решений изучались в рамках исследования операций. Возникновение и разработка автоматизированных систем управления (АСУ) привлекли внимание к роли человеческого фактора в принятии решений. Это нашло отражение в развитии экспертных методов построения моделей выбора. На этом этапе теория принятия решений выделилась в самостоятельную дисциплину. Бурный рост баз данных в информационных системах общего и специального назначения повлёк необходимость выявления закономерностей, которые могли бы использоваться для принятия решений. В рамках новой парадигмы *data mining (knowledge discovery)* получили развитие системы поддержки принятия решений (СППР), оперирующие с большими массивами данных. Закономерности, которые позволяют выявить предпочтения на множестве объектов, имеют прямое отношение к принятию решений.

Таким образом, учитывая современные тенденции, теория принятия решений должна в большей мере отражать модели и методы, использующие для принятия решений большие объёмы информации. Методологически это означает смещение акцентов с последовательных на параллельные методы выбора вариантов принятия решений. Последовательные методы восходят к теории игр, предметом изучения которой является оптимизация хода игрока в условиях неопределённости. Эти методы были развиты в экономической теории применительно к оцениванию полезности исходов при выборе вариантов. В качестве математической модели выбора альтернатив в ней принята лотерея. Параллельные методы выбора ориентированы на сопоставление векторных оценок вариантов с целью выбора наилучших. В отличие от последовательных методов, осуществляющих прямой выбор наилучших альтернатив, параллельные методы используют преимущественно косвенные способы: выбор через упорядочение и отбор. Для решения этих задач используются векторные и скалярные методы оптимизации. Отбор в теории принятия решений можно рассматривать как частный случай классификации объектов относительно классов, упорядоченных по качеству. Это даёт возможность упорядочивать объекты по результатам классификации. Важной особенностью косвенных способов выбора является возможность нахождения не только лучших объектов. Ранжирование объектов, выполняемое по результатам их упорядочения, позволяет наряду с лучшими выявлять средние и худшие объекты, что обогащает возможности управления системой.

Использование большого объёма информации для принятия решений делает актуальным выделение различных по качеству объектов (лучших, средних, худших) и обоснование результатов выбора. Это требует применения когнитивной графики и методов анализа получаемых результатов [5].

Независимо от тенденций развития методов принятия решений постоянными предметами изучения должны оставаться групповой выбор и определение приоритетов сущностей на основе их парных сравнений по отдельным и обобщённому критериям. Актуальным для практики является вербальный анализ, основанный на измерении и обработке качественных предпочтений лиц, принимающих решения (ЛПР).

### 3. Практические занятия

В соответствии с рассмотренными тенденциями практическое освоение методов принятия решений реализуется в рамках лабораторного практикума, включающего следующие лабораторные работы: проектирование модели выбора (модели принятия решений), векторные методы оптимизации, скалярные методы оптимизации, классификация объектов в  $n$ -мерном пространстве признаков, определение приоритетов сущностей на основе парных сравнений.

#### 3.1. Проектирование модели выбора

Эта работа является основополагающей. Её результаты используются для выполнения всех остальных работ практикума. Работа преследует следующие цели: приобретение навыков формулирования проблемы и проектирования модели выбора, приобретение навыков анализа модели выбора и доказательства её адекватности поставленной цели. Она состоит из трёх этапов: сбора и анализа исходных данных и построения модели выбора. На подготовительном этапе *сбора исходных данных* студент:

1. Выбирает интересующую его предметную область.
2. Формулирует проблему и определяет общую цель рационального выбора.
3. Собирает информацию о предметной области, используя журналы, документы, Интернет и другие источники информации.
4. Создаёт таблицу «Объекты/Признаки».

На этапе *анализа* исходных данных выполняется:

5. Анализ множества объектов (вариантов) на *сопоставимость, полноту и избыточность*. Сопоставимость объектов определяется, прежде всего, полнотой их векторных оценок. Если объект не может быть оценён хотя бы по одному из признаков, он несопоставим с другими. В тех случаях, когда объекты обладают различными возможностями, их сопоставимость обеспе-

чивается за счёт измерения в относительных единицах. Например, если на кафедре  $A$  работает 10 сотрудников, а на кафедре  $B$  – 20 сотрудников, то возможности написания трудов у этих кафедр различны. Выравнивание возможностей осуществляется за счёт использования удельного показателя «Публикации» = «Число публикаций» / «Число сотрудников». На его основе формулируется критерий: «Публикации» → max. Сопоставимости по возможностям отвечают монотонные функции полезности.

Полнота множества объектов оценивается по отношению к множеству возможных (потенциальных) вариантов.

Два объекта неразличимы, если они имеют одинаковые векторные оценки и, следовательно, одинаковый рейтинг. Если решается задача выбора лучшего объекта, один из объектов может быть признан избыточным и исключён из рассмотрения.

6. Выполняется анализ множества первичных признаков (показателей) на *неизбыточность* и *независимость*. Показатель, не различающий объекты, признаётся избыточным и исключается из таблицы. При количестве более семи объектов выполняется корреляционный анализ данных на предмет выявления существенно зависимых признаков. С этой целью строится корреляционная матрица, и по значениям линейного коэффициента парной корреляции выявляются существенно зависимые признаки. При  $\tau \approx 1$  ( $\tau \approx -1$ ) фиксируется *функциональная* связь между признаками и один из зависимых признаков исключается из рассмотрения. Взаимозависимость двух признаков, характеризуемая  $\tau \geq 0,8$ , учитывается при формировании критериев на основе этих признаков. Решение об учёте более слабой зависимости ( $0,6 \leq \tau \leq 0,8$ ) обосновывается в каждом конкретном случае. При малом числе объектов (менее семи) выполняется анализ признаков на независимость по предпочтению [2].

*Построение модели выбора* включает следующие действия:

7. В соответствии с общей целью рационального выбора строится *дерево целей*. Начальный вариант дерева целей строится «сверху-вниз» (от корневой к листовым вершинам). При этом глобальная (общая) цель детализируется на множество локальных (частных) целей.
8. Выполняется анализ первичных признаков на соответствие локальным целям нижнего уровня (яруса) дерева целей. При числе признаков, большем пяти-семи, осуществляется структурирование множества признаков. Группировка признаков по частным целям осуществляется по принципу семантической (смысловой) близости. Предпочтительное число признаков в группе – от двух до пяти.

9. Выполняется анализ множества первичных признаков на *полноту*. Выявляется достаточность первичных признаков для характеристики каждой частной цели. Если их недостаточно, вводятся дополнительные признаки и определяются способы нахождения их значений (объективные или экспертные).
10. Выполняется перевод *качественных* значений признаков в количественную шкалу (кодирование признаков).
11. На основе первичных признаков формируются критерии оценивания объектов. Каждому признаку ставится в соответствие идеальная или реальная цель. На основе идеальной цели формируется целевой критерий, а на основе реальной цели – ограничительный критерий. В случае несопоставимости объектов по  $j$ -му признаку осуществляется вычисление *удельного* признака, применимого ко всем объектам. Удельный признак вычисляется на основе первичных признаков. Если функция полезности признака не линейна, ЛПР задаёт её график.

### 3.2. Векторные методы оптимизации

Целью работы является исследование свойств методов упорядочения объектов на основе их векторных оценок. К векторным методам относятся: упорядочение объектов на основе отношения Парето-доминирования, лексиконное упорядочение, лексикографическое упорядочение (метод приоритета критериев). Первые два метода не требуют привлечения экспертной информации, но не гарантируют получения линейного порядка. Для сопоставления результатов упорядочения применяются коэффициент полноты порядка и число уровней графа доминирования. Коэффициент полноты порядка представляет собой отношение числа дуг графа доминирования к числу дуг полного графа.

При анализе свойств лексиконного упорядочения [6] обращается внимание на возможность увеличения коэффициента полноты порядка ценой отказа от индивидуальности признаков.

Оптимизация по приоритету критериев требует привлечения экспертных знаний о важности критериев, измеряемой в порядковой шкале. Это позволяет получать линейный порядок объектов за счёт внесения субъективного фактора в модель выбора. При изучении свойств метода выявляются условия влияния не самых важных критериев на упорядочение объектов, связанные со свойствами многомерной сортировки объектов. Выясняется возможность и область применения метода уступок в отношении не самого важного критерия, по которому лицо, принимающее решение (ЛПР), не устраивает порядок некоторых объектов.

Поскольку структурирование модели выбора выполняется для решения задачи выбора по частям, результаты выбора в целом *не должны зависеть от структуры* модели. Для обеспечения этого условия выбор в целом формируется на основе та-

блица иерархии (частей модели выбора) следующим образом:

- Отношение Парето-доминирования в целом (таблица верхнего уровня иерархии) вычисляется путём пересечения отношений Парето-доминирования, полученных в листовых таблицах иерархии.
- Для реализации метода лексиконной оптимизации осуществляется слияние (конкатенация) векторов значений признаков, характеризующих альтернативу  $x_j$ ,  $i=1...N$ , во всех листовых таблицах. Полные векторы  $y(x_i)=(y_{i1}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{in})$ ,  $i=1...N$ , упорядочиваются в направлении убывания качества оценок. На множестве упорядоченных полных векторов находится отношение Парето-доминирования.
- Метод приоритетов реализуется вычислением рангов альтернатив «снизу-вверх» с учётом рангов локальных признаков, что соответствует сквозному упорядочению всех векторов по рангам в неструктурированной таблице.

### 3.3. Скалярные методы оптимизации

В отличие от векторных методов скалярные методы оптимизации гарантируют получение линейного порядка объектов, что достигается за счёт внесения в модель выбора субъективной информации. К ней относится: выбор функции, синтезирующей сводный показатель (критерий) из простых показателей, назначение нижней и верхней границ в шкалах показателей (признаков), назначение важности критериев.

Целью этой работы является исследование влияния перечисленных субъективных факторов на результаты выбора. Сопоставление обобщающих функций осуществляется на основе их уровней безразличия. Они используются для выявления различающих свойств аддитивной и мультипликативных синтезирующих функций. Анализируется различие с ними максиминной свёртки компонент вектора, реализующей принцип нахождения «лучшего объекта по наихудшему свойству».

В задачу работы входит также экспериментальное подтверждение того факта, что объект с лучшей оценкой находится среди недоминируемых объектов, но не каждый недоминируемый объект может оказаться среди лучших.

В работе выявляется влияние границ диапазонов признаков на соотношение скалярных оценок, вычисляемых с помощью одной из обобщающих функций. Полезный эффект сдвига одной из границ диапазона (в зависимости от направления оптимизации признака) проверяется при использовании прямых мультипликативных функций, что позволяет исключить нулевые сводные оценки.

Влияние весовых коэффициентов критериев на соотношение скалярных оценок исследуется на примере одной из синтезирующих функций. Изменение значений весовых коэффициентов позволяет устанавливать устойчивость оценивания.

### 3.4. Классификация объектов в $n$ -мерном пространстве признаков

Применительно к теории принятия решений представляет интерес классификация объектов относительно классов, упорядоченных по качеству. Этот фактор ограничивает число классов до пяти-семи. Важным частным случаем классификации является *отбор* объектов в пространстве признаков. В этом случае объекты разделяются на 2 класса *допустимых* и *недопустимых* объектов. Для разделения на 2 класса требуется задание *одной* границы по каждому из признаков. Множество границ по всем признакам образует класс (образец) допустимых объектов. В качестве границы (реальной цели)  $j$ -го признака могут использоваться полуинтервальные (снизу и сверху) и интервальные ограничения. При наличии более двух классов все типы ограничений сводятся к интервальным путём задания порогов.

Целями работы являются: практическое освоение задания границ классов и анализа их различимости по каждому признаку, отбора объектов и их упорядочения по образцу, классификации объектов и их упорядочения относительно принадлежности к упорядоченным классам.

При изучении свойств отбора объектов по ограничительным критериям в задачу студента входит задание таких ограничений на значения признаков, которые приводят к непустому множеству допустимых объектов. Эта задача не является простой и студент должен предложить способ минимального изменения начальных целей, приводящего к непустому множеству допустимых объектов.

При неизменных начальных целях осуществляется упорядочение объектов по образцу, основанное на минимизации обобщённой меры близости к реальным целям.

Центральной задачей при формировании более двух классов является обеспечение различимости классов (образцов). В общем случае возникает наложение интервальных границ соседних классов, что обуславливает *частичную* принадлежность объекта каждому из этих классов.

Частичная классификация использует меру близости к образцу по каждому из присущих объекту признаков. Для вычисления обобщённой меры близости объекта каждому из классов используются различные критерии оптимизации (мажоритарный, максиминный, средневзвешенный). В случае нечётких границ между соседними классами в качестве обобщённой меры близости используется средневзвешенная функция принадлежности каждому из классов. Использование этой функции по отношению к упорядоченным по качеству классам даёт возможность сквозного упорядочения объектов относительно их классификации. В работе требуется сравнить результаты сквозного упорядочения объектов с их упорядочением по образцу и сделать выводы о факторах, влияющих на различие результатов.

### 3.5. Определение приоритетов сущностей на основе парных сравнений

Этот метод широко применяется как в качестве самостоятельного средства для определения значимости сущностей (признаков и объектов), так и в составе метода анализа иерархий. В качестве целей работы ставится практическое освоение методов задания предпочтений экспертов и способов расчёта на их основе приоритетов сущностей. Объектами изучения являются свойства различных матриц парных сравнений (МПС): фактов предпочтений, долей от единицы, кратности предпочтений, выигрышей/потерь [7].

Для выполнения экспериментов в модели выбора выбирается листовая таблица, содержащая не менее четырёх критериев. Студент, руководствуясь собственными предпочтениями, строит матрицы парных сравнений (МПС) всех типов, на основе которых вычисляются приоритеты сущностей. Анализируется влияние на расчетные значения приоритетов масштабного коэффициента МПС и учёт «сил сущностей». Под учётом «сил сущностей» понимается мера их взаимодействия между собой. Приоритеты, учитывающие взаимодействие каждой сущности с *остальными*, рассчитываются по строкам МПС. Приоритеты, учитывающие взаимодействие всех сущностей со *всеми* (учёт «сил сущностей»), рассчитывается на основе собственного вектора матрицы, соответствующего её максимальному собственному числу.

На основе проведённых экспериментов студент делает выводы:

- об особенностях различных типов предпочтений
- о влиянии на значения приоритетов сущностей:
  - масштабного коэффициента МПС и учёта «сил сущностей»
  - выбранного типа предпочтений
- о способах проверки согласованности предпочтений и о влиянии несогласованности предпочтений на значения приоритетов сущностей
- о соотношении результатов упорядочения сущностей по нескольким критериям с применением МПС (метод анализа иерархий) и скалярной оптимизации (многокритериальная теория полезности).

## 4. Архитектура и возможности инструментальной системы

Учебная версия системы СВІРЬ представляет собой универсальную среду для эффективного решения задач многокритериальной оптимизации и классификации. Она включает следующие подсистемы: создания и редактирования модели выбора, векторной и скалярной оптимизации, многокритериальной классификации, задания предпочтений и вычисления приоритетов, анализа результатов упорядочения, интерфейс с информационными системами общего назначения.

В качестве модели выбора используется универсальная табличная модель «Объекты/Признаки». Она может создаваться и заполняться данными как собственными средствами системы СВІРЬ, так и посредством импорта из электронной книги MS Excel или из реляционных баз данных с помощью запросов на языке SQL.

Иерархия таблиц создаётся с применением одного из способов: «сверху/вниз» и «снизу/вверх». При использовании способа «сверху/вниз» выполняется детализация признаков путём создания дочерних таблиц. В процессе создания и редактирования структуры модели предметной области (ПО) производится создание, удаление и перемещение признаков и таблиц (групп признаков) по иерархии. Все эти операции реализуются наиболее эргономичным для пользователя способом – применением стандартной технологии «*drag-and-drop*» («перетаски и отпусти») с использованием мыши, что упрощает процесс редактирования структуры ПО.

Для обеспечения сопоставимости оцениваемых объектов на основе первичных показателей формируются вычисляемые признаки (критерии оценивания). Формулы для расчёта критериев задаются с помощью универсального редактора – «калькулятора». Если показатели, характеризующие объекты, измерены в качественной шкале, то для их использования в задачах упорядочения выполняется кодирование символьных значений в значения порядковой шкалы.

Структура и содержимое иерархической табличной модели сохраняется в файле предметной области системы СВІРЬ. Он используется многократно для оценивания объектов при различных наборах исходных данных и с разными настройками задачи ранжирования.

Для формулирования задачи и задания требований к признакам спроектирован специальный интерфейс.

Подсистема задания предпочтений и вычисления приоритетов предоставляет следующие возможности:

- Задание предпочтений сущностей «одна к остальным» и «каждая с каждой».
- Расчёт приоритета сущностей без учёта и с учётом взаимодействия.
- Определение ординальной и кардинальной согласованности предпочтений.
- Многокритериальная оценка приоритетов сущностей на основе оценки приоритетов по каждому критерию (метод Саати).

В подсистеме анализа результатов упорядочения используется когнитивная графика с привлечением цветности изображений. Предлагаемый для анализа результатов оценивания цветовой стандарт качества основан на частотной шкале цветности. Он применяется не только в когнитивной графике, но и для выделения нужных данных в таблицах. Выбор формы представления данных определяется особенностью задачи. Так, например, для сопоставления оценок объектов используются графики функции, а для представления вклада критерия в общую оценку применяются круговые диаграммы. Подсистема анализа результатов позволяет также оценивать общее изменение порядка мест в оцениваемом рейтинге по сравнению с базовым порядком мест, полученным при иных условиях оценивания, а также выполнять корреляционный анализ критериев.

#### Заключение

Изложенная методика практического освоения методов теории принятия решений оформлена в виде лабораторного практикума, состоящего из пяти лабораторных работ. Работы выполняются на учебной версии инструментальной системы СВІРЬ. Опыт практического освоения теории принятия решений на основе изложенной методики показал положительные результаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Наука, 1972. – 552 с.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000. – 294 с.
3. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 408 с.
4. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 463 с.
5. Микони С.В. Теория и практика рационального выбора. – М.: Маршрут, 2004. – 462 с.
6. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.
7. Микони С.В., Киселёв И.С. Универсальный алгоритм расчёта приоритета сущностей для разных типов предпочтений // Сб. докл. Междунар. конф. SCM'2005. – СПб.: СПбГЭТУ, 2005. – Т. 1. – С. 291–296.

Поступила 14.07.2008 г.