



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Профсоюзная ул., д. 65, Москва, 117997
ОКПО 00229530, ОГРН 1037739269590
ИНН/КПП 7728013512/772801001
Тел. (495)334 89 10. Факс (495)334 93 40
E-mail: snv@ipu.ru, www.ipu.ru


16.10. 2014 г. № 11502-26/1586

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по научной работе
Института проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, д.т.н.



 Е.Я. Рубинович

_____ 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Судакова Владимира Анатольевича по теме: «Методология унифицированной разработки систем поддержки принятия решений для многокритериальных высокоразмерных задач ракетно-космической отрасли», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)»

Актуальность для науки и практики

Диссертация посвящена изучению методик разработки систем поддержки принятия решений (СППР). Данная тема является актуальной в виду того, что многокритериальные высокоразмерные задачи, решаемые с помощью СППР, встречаются во многих наукоемких отраслях, например, планирование программ выполнения комплекса работ с выбором наиболее перспективных из них и очередность их выполнения, проектирование с выбором лучших вариантов разрабатываемой системы, оценка эффективности функционирования составных частей организационно-технических систем и принятие решений по повышению этой эффективности.

Использование методологии унифицированной разработки СППР в многокритериальных высокоразмерных задачах позволяет быстро и с меньшими затратами ресурсов объединить в создаваемых СППР комплекс существующих методов многокритериального анализа альтернатив, настраивать СППР на решение разнообразных высокоразмерных задач ракетно-космической отрасли. Многокритериальным задачам посвящено большое количество научных исследований, однако, как правило, в них не рассматриваются задачи с высокой размерностью векторного критерия. Исследования в

области разработки информационного, методического, алгоритмического и программного обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления нуждаются в адаптации под специфику задач разработки этих видов обеспечения для СППР.

Краткая характеристика работы

Основным результатом диссертационной работы следует считать решение актуальной научно-технической проблемы создания методологии унифицированной разработки систем поддержки принятия решений и поддерживающих ее инструментальных средств, ориентированных на решение разнообразных высокоразмерных многокритериальных задач ракетно-космической отрасли.

Диссертация изложена на 300 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка используемой литературы, состоящего из 187 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы, даются общие сведения из современной теории принятия решений, формулируется цель работы, в сжатом виде излагается содержание диссертации и приводятся результаты, представляемые к защите.

В первой главе исследуются СППР, построенные по принципу оболочек, и методы многокритериального анализа альтернатив, реализованные в них. Рассмотрены СППР, представленные на коммерческом рынке, в том числе: Expert Choice, Super Decisions – системы, созданные при участии видного американского ученого Т. Саати, автора метода анализа иерархий, и получившие широкое распространение, ИАС “ОЦЕНКА и ВЫБОР” – разработка отечественных ученых Д.А. Абдрахимова, А.И. Иоффина применяет метод взвешенной суммы и идеальную точку, позволяет строить иерархию показателей и визуализировать оцениваемые решения, DASS – отечественная разработка, использующая метод качественного учета важностей по отдельным компонентам векторного критерия В.В. Подиновского, FEASIBLE GOALS – программное обеспечение решения линейных многокритериальных задач оптимизации, использует метод А.В. Лотова для визуализации границы Парето, ПК MOVI – программный комплекс, используемый для постановки и решения задач многокритериальной оптимизации в интерактивном режиме, использует методику Р.Б. Статникова, СППР DSS-UTES, идеология которой создана коллективом сотрудников МАИ под руководством проф. В.В. Бомаса, а программное, алгоритмическое и информационное обеспечение разработано Судаковым В.А.

Во второй главе рассмотрен, имеющийся у автора, практический опыт создания конкретных специализированных СППР. Анализ требований к конкретным СППР, систематизация проектных решений по их архитектуре, обобщение практического опыта алгоритмизации и программирования СППР, позволил в дальнейшем, в главе 4 сформулировать методологию унифицированной разработки специализированной СППР для решения высокоразмерных задач ракетно-космической отрасли. В главе рассматриваются три специализированные СППР, созданные при непосредственном участии автора:

- «Автоматизированная система контроля состояния сил и средств и поддержки управляющих решений (АСКУ)», созданная в интересах Главного испытательного центра испытаний и управления космическими средствами (ГИЦИУ КС).
- Автоматизированная система мониторинга муниципальных образований (АСМ МО), которая эксплуатировалась в Министерстве по делам федераций, национальной и миграционной политики Российской Федерации, а также в ряде городов.

- СППР «ГЛОНАСС», созданная по заказу ОАО «Российские космические системы», позволяющая производить мониторинг и оценку управленческих решений при комплексном целевом развитии ГЛОНАСС.

Настройки на конкретные задачи поддержки принятия решений в ракетно-космической отрасли позволяет осуществлять СППР DSS/UTES. Существенным недостатком этой системы является высокая трудоемкость построения функции предпочтений (ФП). Поэтому актуальной задачей является разработка более совершенного метода построения ФП.

Третья глава посвящена созданию гибридного метода построения ФП. Метод заключается в разбиении пространства критериев на области и определении отношения предпочтения между ними с использованием: качественных суждений ЛПР, отношения доминирования по Парето, качественного учета важностей Подиновского. В результате применения процедуры, предложенной Ларичевым в методе ЗАПРОС, определяются уровни предпочтений всех областей. При решении задач ранжирования альтернатив несколько недоминируемых альтернатив могут попадать в одну область. Возникает вопрос об их сопоставлении. В этом случае пользователю предлагается воспользоваться количественным методом сопоставления альтернатив внутри заданной области.

В СППР при решении высокоразмерных задач обычно применяется процедура построения многоуровневого дерева критериев. При агрегировании критериев, мы получаем высокую размерность шкал обобщенных критериев. Назначение предпочтений на таких шкалах затруднительно, поэтому в работе предложена процедура дискретизации шкал обобщенных показателей. Имеется исходная порядковая шкала уровней предпочтений с большим количеством градаций и из нее нужно получить шкалу предпочтений с меньшим количеством градаций с минимальными информационными потерями. Поставленная оптимизационная задача относится к классу задач дискретного динамического программирования. Для её решения выведена функция Беллмана.

В четвертой главе предложены принципы проектирования СППР, такие как «принцип свободы от субъективизма разработчиков», «принцип инвариантности по отношению к предметной области», «принцип множественности методов поддержки решений», «принцип учета субъективизма ЛПР», «принцип дружелюбности к ЛПР», разработан каркасный подход к архитектуре программного обеспечения СППР, обеспечивающий быструю адаптацию СППР к проблематике конкретных задач ракетно-космической отрасли, предложен набор рекомендаций по программированию конкретных СППР, обеспечивающий получение качественного программного обеспечения СППР. Для поддержки унифицированного подхода к разработке СППР создан набор инструментальных программных средств, обеспечивающих надлежащий уровень качества конечного программного продукта и управление процессом его создания.

В пятой главе рассмотрены вопросы автоматизации основных этапов формирования программ научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС. Предложены компьютерные средства поддержки принятия решений для ранжирования результатов экспертиз заявок на космические эксперименты и составления плана-графика программы космических исследований с учетом этих многокритериальных оценок. При этом отбор космических экспериментов для включения в программу научно-

прикладных исследований и их планирование проводятся с учётом финансовых и ресурсных ограничений на МКС: габаритно-массовым, энергетическим, информационным. Для решения поставленных задач с использованием унифицированной методологии была разработана СППР «Космос». Использование принципов проектирования из методологии унифицированной разработки СППР обеспечило быстрый переход с фазы проектирования к фазе кодирования СППР «Космос». Каркасный подход позволил подключить к работающей СППР «Космос» метод мультипликативной свертки. Трёхуровневая архитектура, предложенная в унифицированной методологии, позволила заказчику СППР «Космос» минимизировать затраты на сопровождение рабочих станций. Реализация алгоритма оптимизации программ научно-прикладных исследований в рамках СППР «Космос», позволила получить рациональный план космических экспериментов, соответствующий предпочтениям ЛПР.

В заключении подводятся основные итоги работы, показан эффект от внедрения методологии унифицированной разработки СППР при создании и эксплуатации СППР «Космос».

Значимость для науки результатов исследования заключается в нетрадиционном подходе к описанию суждений ЛПР в виде функций предпочтений, позволяющий эффективно (быстро и без потери информативности) работать с векторным критерием высокой размерности. Отличительным признаком этого подхода является интеграция известных качественных и количественных методов на едином критериальном пространстве. Эффект от использования метода заключается в возможности учета зависимости по предпочтениям при агрегировании большого количества критериев. Введено новое понятие гибридной функции предпочтений, позволяющей сочетать качественные методы (Парето-оптимальность, качественный учет важностей Подиновского, UTES, ЗАПРОС, ОРКЛАСС) и количественные методы (взвешенная сумма, мультипликативная свертка, идеальная точка, свертка Гермейера, расстояние Чебышева) теории принятия решений с целью скаляризации векторного критерия высокой размерности. Поставлена и решена задача минимизации информационных потерь возникающих при агрегировании векторного критерия высокой размерности. С целью уменьшения информационных потерь, разработан алгоритм дискретизации шкал критериев методом динамического программирования. Эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов, использован метод дискретной оптимизации на базе локальной стратегии поиска, позволивший решать многокритериальную высокоразмерную задачу автоматизации планирования научно-прикладных исследований в пилотируемой космонавтике.

Практическое значение результатов работы подтверждается тем, что на основе технологии унифицированной разработки СППР в интересах ракетно-космической отрасли созданы: СППР «Космос», внедренная в Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш), СППР ГЛОНАСС по заказу ОАО «Российские космические системы», «Автоматизированная система контроля состояния сил и средств и поддержки управляющих решений (АСКУ)» в интересах Главного испытательного центра испытаний и управления космическими средствами (ГИЦИУ КС), СППР DSS/UTES, которая решала задачи выбора полевых позиционных районов размещения ракет и используется при проведении

лабораторных, курсовых и дипломных работ кафедры 302 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ). Инвариантный характер методологии подчеркивает наличие внедрений, не связанных с ракетно-космической отраслью.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Считаем целесообразным продолжить исследования по построению методов и алгоритмов решения задач поддержки принятия решений с векторным критерием высокой размерности.

Результаты диссертации могут быть использованы для решения практических задач мониторинга, многокритериальной оценки и оптимизации сложных объектов, которые характеризуются векторным критерием высокой размерности и содержат качественные и количественные компоненты. Например, они могут быть использованы при мониторинге транспортных систем, при оптимизации логистических процессов, при выборе поставщиков наукоемкой продукции, при построении ситуационных центров.

Результаты диссертации могут быть использованы в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институте системного анализа РАН, Вычислительном центре имени А. А. Дородницына РАН, ФГУП «Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем», а также в других организациях и учебных заведениях, занимающихся вопросами теории принятия решений, оптимизации сложных систем, создания СППР в сложной информационной среде.

Замечания по диссертации:

1) Процедура дискретизации шкал критериев на основе минимизации информационных потерь, предложенная в третьей главе, может привести к попаданию в одну градацию нескольких решений с сильно отличающимся уровнем предпочтительности, что неверно. Следует проводить разбиение шкалы на основе содержательного анализа задачи с учетом равномерного изменения предпочтительности при переходе между градациями критерия.

2) В таблице 5.1 на странице 209 периоды пополнения складированных ресурсов различаются, однако в дальнейшем на страницах 210-212 период пополнения задан константой Δ , независимой от номера ресурса k , такое упрощение исходной постановки не позволяет говорить о решении данной задачи в общем виде.

3) Во второй главе излишне много внимания уделено описанию технических и технологических деталей реализации специализированных СППР. В пятой главе излишне подробно описывается интерфейс пользователя СППР «КОСМОС». Эти детали не имеют научной ценности.

Эти замечания не носят принципиального характера.

Заключение

Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое и практическое значение. В работе приведены строгие формализации предлагаемых методов, продемонстрирована эффективность разработанных алгоритмов.

Работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)».

Отзыв обсужден и согласован на заседании научного семинара Института проблем управления РАН 7 июля 2014 г., протокол № 2.

Учёный секретарь ИПУ РАН, д.т.н.



Лебедев В.Г.

Старший научный сотрудник ИПУ РАН, к.т.н.



Вересников Г.С.