

Модели обработки данных при управлении ресурсами в сложных системах в условиях неопределенности и семантических ограничений предметной области

Д.А. Ризванов
Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: ridmi@mail.ru

Н.И. Юсупова
Факультет информатики робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: yussupova@ugatu.ac.ru

Аннотация¹

В статье рассматривается задача управления ресурсами в условиях неопределенности и семантических ограничений предметной области. Для решения данной задачи предлагается использовать поддержку принятия решений. Для разработки системы поддержки принятия решений при управлении ресурсами разрабатываются системные модели, информационное обеспечение и модели обработки данных.

1. Введение

Для эффективного управления ресурсами в сложных системах необходимо учитывать множество факторов, оказывающих существенное влияние на процесс управления, качество принимаемых решений и результаты. В этой ситуации лицо, принимающее решения, нуждается в своевременном получении актуальной и релевантной информации. Несмотря на то, что задачами управления ресурсами занимаются много ученых, тем не менее существует целый ряд нерешенных вопросов. К числу таких вопросов относится тот факт, что требуется учитывать динамично изменяющуюся внешнюю среду, многообразие имеющихся ресурсов, а также специфические особенности предметной области, которые зачастую являются слабо формализуемыми, а информация, используемая при решении задач управления, может быть слабоструктурированной.

Таким образом, актуальной проблемой является повышение эффективности поддержки принятия решений при управлении процессом распределения ресурсов сложной системы.

Труды Шестой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-31 мая, Уфа-Ставрополь, Россия, 2018

2. Особенности управления ресурсами в сложных системах

Существенное влияние на процессы управления и распределения ресурсов оказывают такие их характеристики, как: неоднородность, мобильность, взаимозаменяемость, комплексность, ограниченность и уникальность. Для оценки эффективности распределения ресурсов используются разные критерии, которые могут противоречить друг другу. В условиях динамично изменяющейся внешней среды к модели сложной системы предъявляются дополнительные требования: необходимость быстрого реагирования на изменения, адаптивность модели. Следует отметить, что внешняя среда для сложной системы подвержена не только изменениям, но и развивается, что ведет к тому, что появляются новые виды ресурсов, возникают новые потребности, формируются новые критерии для оценки деятельности.

Ранее были сформулированы методологические основы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах [1, 2]. В рамках предлагаемой методологии выделены основные сущности – участники процесса распределения ресурсов: ресурсы (поставщики ресурсов) и потребители ресурсов.

Для более адекватной оценки ситуации и принятия решений необходимо учитывать сложно формализуемые ограничения нечисловой природы. В связи с этим вводится понятие «семантических ограничений предметной области» (СОПО), под которыми понимаются правила, характеризующие ограничения и специфические особенности в данной предметной области, являющиеся обычно слабо формализуемыми. В задачах управления ресурсами СОПО могут устанавливаться: 1) между ресурсом и несколькими потребителями ресурсов; 2) между потребителем ресурса и несколькими ресурсами;

3) между несколькими ресурсами и несколькими потребителями ресурсов одновременно.

3. Многоагентный подход к управлению ресурсами в сложных системах

Ранее в работах [3, 4, 5] было предложено использовать многоагентный подход для задачи управления ресурсами в сложных системах.

Агенты – это активные объекты (программные модули) [6], которые могут инициировать целенаправленную деятельность по восприятию среды и воздействию на нее, обладающие следующими «ментальными» свойствами (или их подмножеством):

- знания (knowledge) – постоянные, неизменяемые в процессе функционирования знания агента о себе, среде и других агентах;
- убеждения (beliefs) – знания агента о среде (в том числе, о других агентах), которые могут стечением времени изменяться и становиться неверными;
- желания (desires) – состояния, которые агент желает достичь (могут быть противоречивыми), аналогичны целям;
- обязательства (commitments) – задачи, решение которых агент берет на себя в рамках кооперации с другими агентами по их просьбе или поручению;
- намерения (intentions) – действия, которые собирается выполнить вследствие своих желаний или в силу взятых на себя обязательств.

Многоагентные системы (МАС) относятся к самоорганизующимся системам, так как в них ищется решение задачи без внешнего вмешательства. Главное достоинство МАС – это гибкость. Многоагентная система может быть дополнена и модифицирована без переписывания значительной части программы.

При управлении ресурсами в сложных системах в условиях неопределенности к системе поддержки принятия решений необходимо предъявлять следующие требования:

- при построении плана решения необходимо учитывать индивидуальные свойства, присущие однородным ресурсам, которые используются для решения задач, поскольку это существенно влияет на конечный результат и, следовательно, на эффективность принимаемых решений;

- система должна быть готова к разным непредвиденным ситуациям, нарушающим построенный план, и при необходимости оперативно находить и предлагать лицу, принимающему решения, возможные варианты альтернативных решений, устраняющих эти последствия, с предварительной оценкой.

С учетом сформулированных требований к системе поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах в условиях неопределенности предлагается использовать третий уровень интеллектуального управления – плановое управление. Это позволит моделировать непредвиденные ситуации и планировать реакцию на них с целью устранения негативных последствий, что, в конечном итоге, повысит адаптивность модели.

Предлагаемая схема интеллектуальной системы управления ресурсами в сложных системах представлена на рис. 1.

Объектом управления является процесс распределения ресурсов. Лицо, принимающее решение (ЛПР), оказывает управляющие воздействия на объект управления в соответствии утвержденным планом распределения ресурсов. Информационная поддержка принятия решений заключается в выработке альтернативных вариантов управленческих решений и соответствующих им планов распределения ресурсов и предоставлении их лицу, принимающему решения.

На основе информации о ресурсах и потребителях ресурсов, технологических параметров, правил и семантических ограничений предметной области строятся планы распределения ресурсов (модуль формирования планов распределения ресурсов). Далее производится оценка этих планов с учетом критериев эффективности, формализуемых и хранящихся в базе знаний СППР.

В результате формируется набор приемлемых альтернативных вариантов управленческих решений с учетом правил принятия решений, хранящихся в базе знаний, который и предоставляется лицу, принимающему решения.

Фактическое исполнение плана мониторится в блоке Мониторинг и оценка исполнения планов. Результаты этого мониторинга поступают в базу данных и базу знаний СППР, а также ЛПР.

Предложенная схема системы управления служит основой информационной поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем.

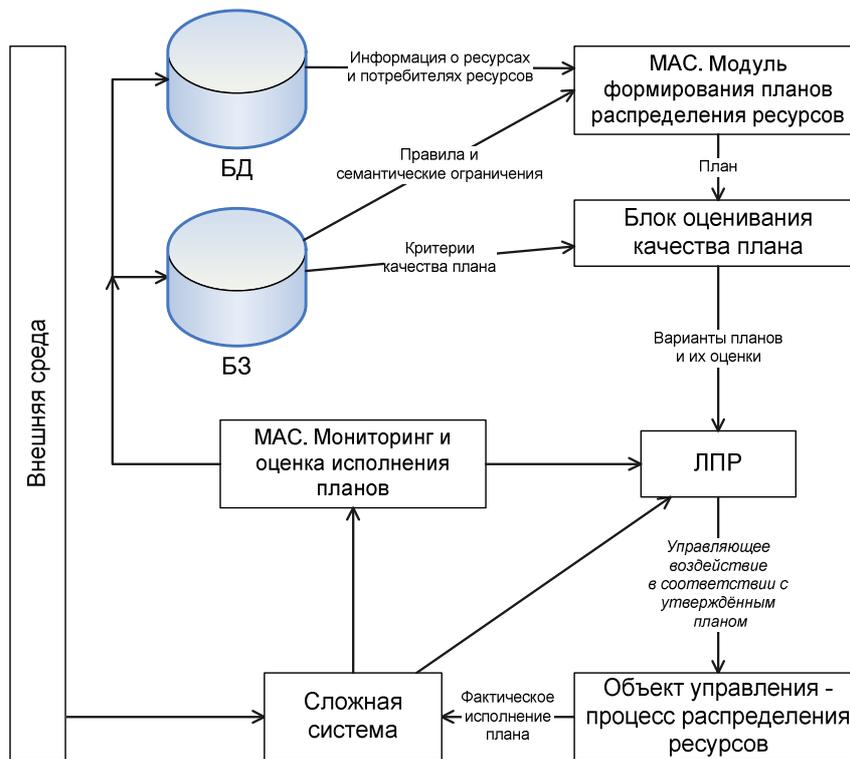


Рис. 1. Схема системы интеллектуального управления ресурсами в сложных системах

4. Модели обработки данных при управлении ресурсами в сложных системах

Для реализации в компьютерной среде задачи управления ресурсами сложных систем с учетом семантических ограничений предметной области, сформулированной ранее в [7, 8], разработана модель и структура многоагентной системы для управления ресурсами.

Дано:

$A_{рес} = \{ a_{рес1}, \dots, a_{ресN} \}$ – множество агентов-ресурсов;

$A_{потр_рес} = \{ a_{потр_рес1}, \dots, a_{потр_ресM} \}$ – множество агентов-потребителей ресурсов;

$Acts_{рес} = \{ acts_{рес1}, \dots, acts_{ресN} \}$ – множество возможных действий агентов-ресурсов;

$Acts_{потр_рес} = \{ acts_{потр_рес1}, \dots, acts_{потр_ресM} \}$ – множество возможных действий агентов-потребителей ресурсов;

$Constraints = \{ constraints_1, \dots, constraints_L \}$ – множество ограничений, включая семантические, предметной области.

Для каждого агента-ресурса и потребителя ресурса известны

$Tasks = \{ tasks_1, \dots, tasks_L \}$ – множество задач для каждого агента, которые должны быть решены;

$KB = \{ KB_1, \dots, KB_L \}$ – множество баз знаний агентов;

$F = \{ F_1, \dots, F_S, F_0 \}$ – множество критериев оценки производительности для каждого агента, F_0 – общий критерий оценки всей системы в целом.

Итоговую модель многоагентной системы для управления ресурсами в сложных системах с учетом семантических ограничений можно представить в виде набора элементов:

$MAS = \langle A_{рес}, A_{потр_рес}, Acts_{рес}, Acts_{потр_рес}, KB, Constraints, Tasks, F \rangle$

Основные элементы предлагаемой многоагентной системы для управления ресурсами в сложных системах в рамках предлагаемой методологии представлены на рис. 2.

Принятие решения является основной целью информационной технологии поддержки принятия решений. Основная особенность данной технологии заключается в организации взаимодействия человека и компьютера. Процедура выработки решения представляет собой итерационный процесс, участниками которого выступают:

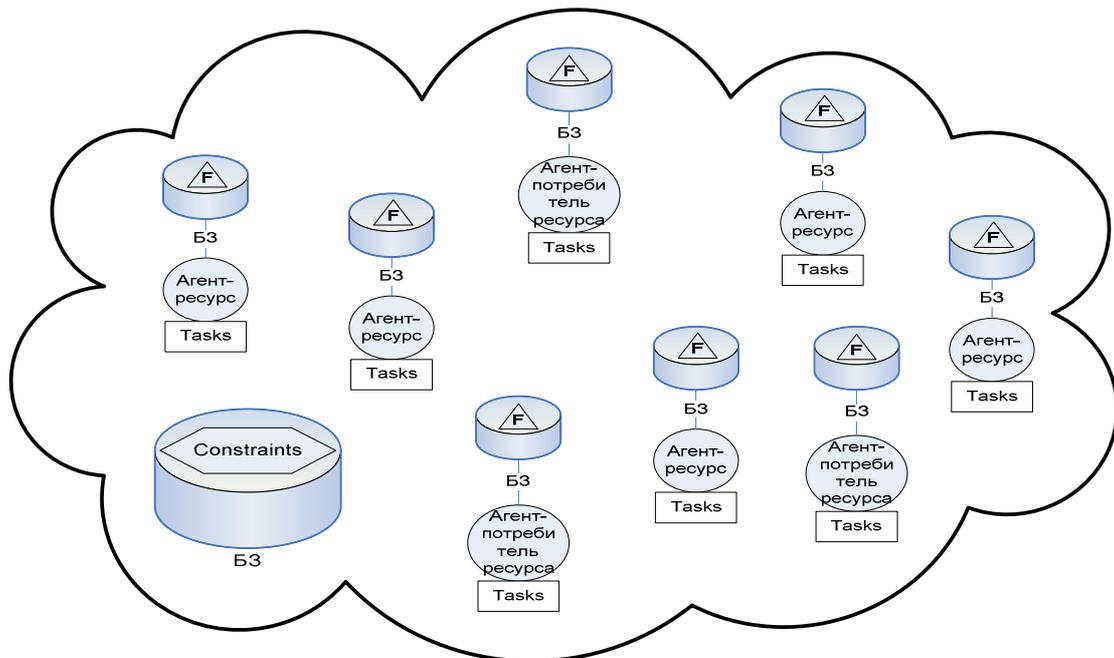


Рис. 2. Состав многоагентной системы для управления ресурсами сложных систем



Рис. 3. Диаграмма потоков данных процесса поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем

- система поддержки принятия решений (СППР), генерирующая альтернативные решения;
- ЛПР (лицо, принимающее решения), задающее входные данные и оценивающее полученный результат, выдаваемый СППР.

На основе требований к информационному обеспечению системы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах, сформулированных в [7, 9], разработана диаграмма потоков данных, позволяющая представить процессы

преобразования входных данных в выходные, а также связи между этими процессами.

В соответствии с методологией построения диаграмм потоков данных (Data Flow Diagrams, DFD) модель системы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах представляется в виде диаграммы с использованием следующих основных компонентов: внешние сущности; системы и подсистемы; процессы; накопители данных; потоки данных.

Диаграмма потоков данных процесса поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем представлена на рис. 3.

Основным источником информации для обеспечения процесса поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем выступают имеющиеся на предприятии информационные системы. Примерами таких информационных систем могут являться системы ведения бухгалтерского учета, складского учета, расчета заработной платы, учета кадров, системы планирования, прочие информационно-аналитические системы, содержащие необходимую информацию об имеющихся ресурсах, а также потребностях в ресурсах.

Для получения этих данных из внешних по отношению к разрабатываемой СППР информационных систем предлагается организовать их импорт. Для этого потребуется организовать базу

данных, содержащую все необходимые сведения, касающиеся ресурсов и потребности в них.

Для формализации семантических ограничений предметной области предлагается привлечь к работе эксперта (инженера по знаниям) и специалистов предметной области.

Лицо, принимающее решение, совместно с экспертом занимается формализацией целей и критериев функционирования сложной системы.

Результатом процесса поддержки принятия решений является рекомендуемое решение в виде сформированного плана распределения ресурсов.

В соответствии с предложенными схемой системы интеллектуального управления ресурсами и моделью многоагентной системы управления ресурсами в сложных системах в составе информационного обеспечения СППР выделяются (см. рис. 4):

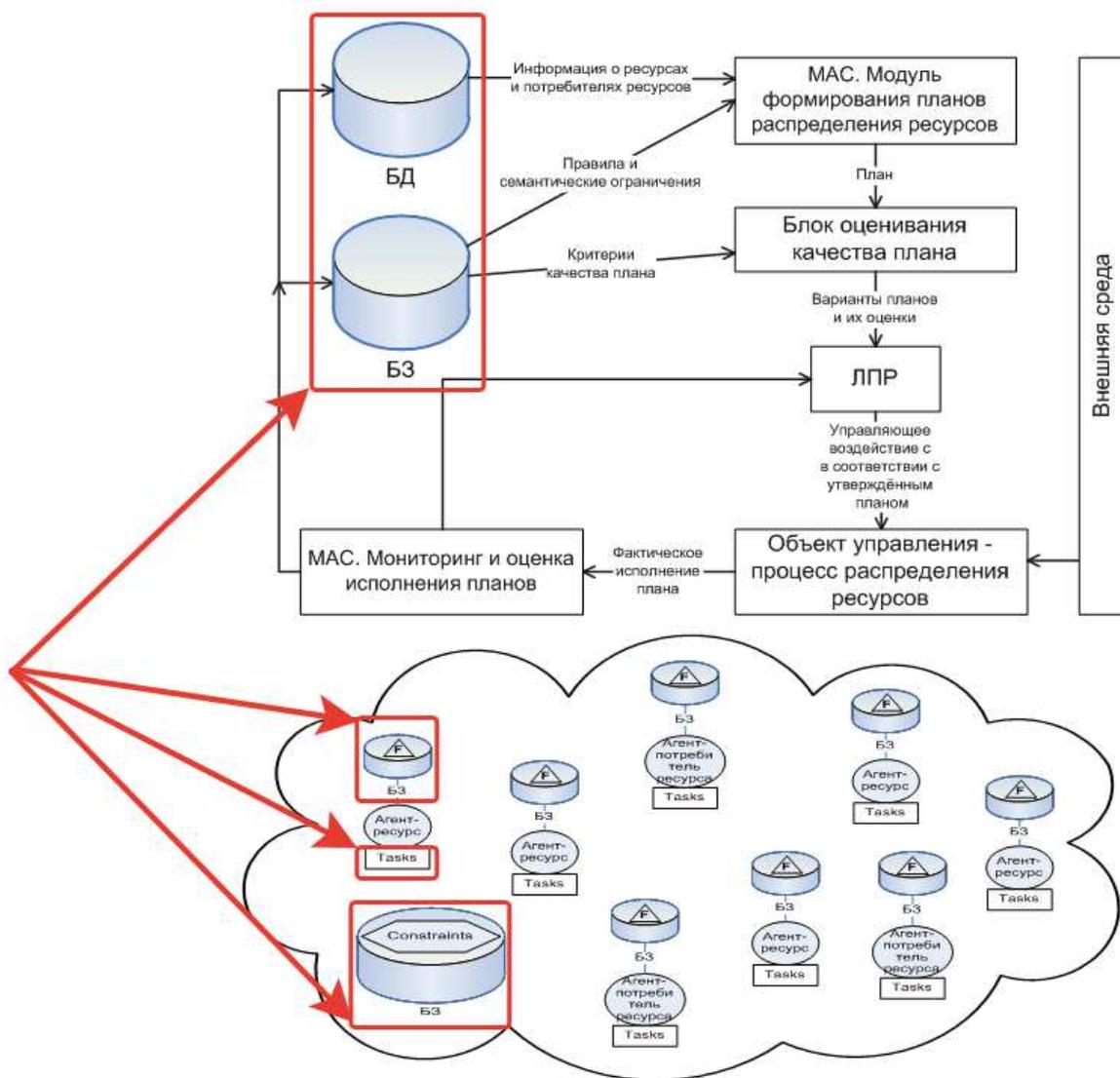


Рис. 4. Составные элементы информационного обеспечения для системы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах

Модели обработки данных при управлении ресурсами в сложных системах в условиях неопределенности и семантических ограничений предметной области

- база данных СППР в качестве источника для хранения исходной информации о ресурсах и потребителях ресурсов;
- база знаний СППР, позволяющая хранить слабо формализуемые правила и семантические ограничения предметной области, а также критерии для оценки качества построенных планов;
- база знаний агентов-ресурсов и агентов-потребителей ресурсов многоагентной системы для хранения локальных правил и семантических ограничений, а также локальных целей функционирования;
- база данных агентов-ресурсов и агентов-потребителей ресурсов многоагентной системы для хранения рабочей информации и данных (в том числе и списка задач), необходимых для решения задачи распределения ресурсов.

Разработанная структура информационного обеспечения СППР позволит обеспечить следующие возможности:

- хранения слабоструктурированной информации в базе данных;
- хранения сложно формализуемых знаний в базе знаний;
- интеграции с существующими информационными системами для получения доступа к имеющейся актуальной информации.

5. Заключение

В статье рассмотрена задача управления ресурсами сложных систем в условиях неопределенности и семантических ограничений предметной области. Предложены модели обработки данных, включая модель и структуру многоагентной системы, схему интеллектуального управления для реализации системы поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем.

Исследование частично поддержано грантом РФФИ 18-07-00193-а.

Список используемых источников

1. Ризванов Д.А. Методологические основы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах в условиях динамично изменяющейся внешней среды // Материалы XXI Байкальской Всероссийской с

международным участием конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». – Иркутск: Изд-во ИСЭМ СО РАН – 2016. Т.3, С. 92-101

2. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Модели и методы поддержки принятия решений при управлении сложными системами в условиях неопределенности и ресурсных ограничений // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/122-21194> (дата обращения: 10.08.2015).
3. Ризванов Д.А. Алгоритмы управления ресурсами в сложных системах с применением многоагентных технологий // Вестник УГАТУ, 2013, Т. 17, № 5 (58). С. 117–123.
4. Kovács G., Yussupova N., Rizvanov D. Resource management simulation using multi-agent approach and semantic constraints // Pollack Periodica, published by the Akademiai Kiado, Budapest, Hungary. Vol. 12, No. 1, 2017, pp. 45–58.
5. Ризванов Д.А. Программное обеспечение для управления ресурсами в сложных системах с использованием многоагентного подхода/ Ризванов Д.А. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск: ИрГУПС. 2013. №4(40). С. 80-84.
6. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
7. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Интеллектуальная поддержка принятия решений при управлении ресурсами сложных систем на основе многоагентного подхода // Онтология проектирования. 2015. Том 5. № 3 (17). С. 297–312.
8. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Математическое и программное обеспечение для информационной поддержки принятия решений при управлении ресурсами сложных систем // Фундаментальные исследования, 2015, № 10 (часть 2), С. 294-298.
9. Ризванов Д.А., Юсупова Н.И. Основы поддержки принятия решений при управлении ресурсами в сложных системах с применением интеллектуальных технологий // Современные наукоемкие технологии, 2017. № 1. С. 69-73.