

Бурый А.С., Шевкунов М.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений при управлении динамическими объектами [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2015. – № 5(27). Режим доступа http://iea.gostinfo.ru/files/2015_05/2015_05_02.pdf

УДК 004.896

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Бурый А.С., доктор технических наук, Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

Шевкунов М.А., соискатель, Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

В статье рассматривается постановка задачи оперативного планирования при управлении динамическими объектами на основе оптимизации информационных данных, представляемых оператору системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова: информационные технологии, интеллектуальные технологии, слабоструктурированные проблемы, организационно-техническая система, нештатная ситуация, интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

UDC 004.896

INTELLECTUAL SYSTEMS OF DECISION SUPPORT FOR CONTROL OF THE DYNAMIC OBJECTS

Buryy A.S., doctor of technical sciences, FGUP «Russian Research and Development Information Center on Standartization, Metrology and Compliance Check» (FGUP «STANDARTINFORM»)

Shevkunov M.A., applicant, FGUP «Russian Research and Development Information Center on Standartization, Metrology and Compliance Check» (FGUP «STANDARTINFORM»)

The article discusses the statement of the problem operational planning in the management of dynamic objects based on the optimization of information data submitted to the system operator decision support.

Keywords: information technology, intellectual technology, semi-structured problems, organizational-technical system, is an emergency situation, intellectual systems of decision support.

Традиционные системы поддержки принятия решений позволяют обеспечить лицо, принимающее решение необходимыми данными и знаниями в условиях временных ограничений на принятие решения в быстроизменяющейся внешней среде. Область использования подобных систем – энергетика, транспорт, экономика, социальная сфера, модельно-алгоритмического обеспечения вычислительных комплексов.

Под системой поддержки принятия решений (СППР) понимают компьютерную автоматизированную систему, применяемую для оказания помощи лицам, принимающим решение, в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности [1]. По существу, СППР представляет собой автоматизированную систему, включающую в себя персонал и комплекс средств автоматизации, реализующий информационную технологию по принятию решений, основываясь на необходимые информационные базы данных, знаний [2], когнитивные технологии выбора, включая сценарное моделирование, компьютерный анализ последствий принятия решения. Последний позволяет строить прогноз развития ситуации на различную временную глубину, используя уже другие математические методы.

Процедуры управления, планирования, принятия решений являются распределенными, как и большинство видов деятельности в организационно-технических системах (ОТС). Под ОТС будем понимать совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих в пространстве и во времени элементов, формирующих ее интегративные свойства и обеспечивающих целевое предназначение данной системы. Распределенность здесь понимается в том смысле, что отдельные подзадачи, компетенции, полномочия, процедуры переработки информации распределены, рассредоточены по многим исполнителям. Подзадачи могут решаться

исполнителями и автономно, и в составе различных подразделений с использованием определенных методов и приемов, обеспечивая заданный уровень показателей эффективности [3]. К признакам распределенности относятся следующие: механизм разбиения общей задачи на подзадачи; многозадачный интерфейс, т.е. возможность параллельного решения отдельных подзадач; автономность решения каждой подзадачи; наличие процедур согласования и синхронизации решения подзадач. При этом решается проблема объединения в единой человеко-машинной среде таких столь разнообразных совокупностей, как слабо формализуемая деятельность человека и применяемое модельно-алгоритмическое обеспечение. Задача принятия решений усложняется в условиях нестабильности структур, как объекта управления, так и органов управления [4], что обусловлено ошибками оператора, техническими и технологическими сбоями.

Приведем ряд определений систем с активным участием человека в контурах управления. Модное в 70-80-х годах прошлого века понятие человеко-машинной системы (Man-machine system) представляло собой объединение людей, комплексов средств автоматизации и организованных процедур (регламентов), созданное для реализации определенной программы или цели. При этом главенствующая роль в процессе управления сложными динамическими объектами отводилась человеку (управление движением летательных аппаратов, управление движением электропоездов в масштабе страны, управление энергосистемой и т.д.).

На настоящем этапе развития информационных технологий большая роль отводится именно технологиям, поэтому говорят о человеко-машинном интерфейсе (Man-machine interface), объединяющем методы и средства обеспечения взаимодействия между оператором и технической системой, позволяющим оператору выполнять функции управления и контроля [5], обеспечивая его необходимой для управления организационной и информационной поддержкой [6].

Более общим понятием является понятие эргатической системы (эргасистемы) (Ergatic system). Это сложная система управления объектами технических, технологических, организационных и экономических комплексов, когда управляющая система содержит человека-оператора (или группу операторов), как главный компонент. Она характеризуется функциональной активностью и функциональным гомеостазисом на множестве функциональных возможностей в условиях динамически изменяющейся внешней среды [7]. Теория эргатических систем (ЭргС) призвана давать общесистемные рекомендации по созданию функциональных структур и распределению ответственности между человеком и машиной за прогнозируемый конечный результат. Причем человек в ЭргС всегда стремится сохранять информированность о состоянии внешней и внутренней сред и при минимальном своем действии старается осуществить алгоритм достижения заданного или максимального уровня эффективности всей системы.

Распределенные СППР целесообразно отнести к эргатическим системам, в которых сочетаются различные виды человеческой деятельности, в зависимости от этапа управления. Это руководящая деятельность, например, для высших звеньев управления, оперативная – на уровне управления небольшими коллективами, производственными участками и операторная – на конкретном рабочем месте. Интеллектуальные СППР ориентированы на решение слабоструктурированных задач при отсутствии полной и достоверной информации в статических и динамических предметных областях. Спецификой подобных задач является: присутствие недерминизма в процессе поиска решений, необходимость коррекции и введения дополнительной информации человеком-оператором в ходе поиска решения, что зачастую осуществляется в условиях временных ограничений, определяемых реальным управляемым процессом [8]. Успех разрабатываемых СППР зависит от использования современных

информационных технологий при проектировании интегрированных систем, которые призваны объединить в единое информационное пространство территориально удаленные объекты и подразделения, обеспечить высокоскоростную передачу по каналам связи информационных потоков, автоматизацию всех технологических процессов, функций контроля, управления и принятия решений.

Различают несколько типов задач, для которых создаются информационные системы. Это стандартные задачи, структурированные (формализуемые), неструктурированные (не формализуемые) и частично или слабоструктурированные (см. таблицу 1). *Стандартные* типы информационных задач относятся к разряду типовых с известными формами представления данных, к ним относятся различные справки, сводные таблицы, отчеты, поисковые запросы данных и т.д.

Таблица 1

Виды задач, решаемых в информационных системах

Виды задач	Связи между элементами и процессами	Данные	Методы решения
Стандартные	Детерминированные	Система форм по ГОСТ или регламентам	Методы исследования операций
Структурированные	Корреляционного типа, нечеткие шкалы с известными пределами	Реляционные базы данных, файлы табличных процессоров	Формальные стохастические методы
Слабоструктурированные	Воздействующие факторы формируются в поле причин, связи доопределяются в процессе анализа	Стандарты по пересылаемым финансовым документам	Экспертные методы, когнитивные методы, сценарные методы, метод дерева решений, ситуационный анализ, методы структуризации знаний (SWOT-схемы)
Не структурированные	Связи устанавливаются только на основе логического анализа	e-mail, системы распознавания голоса, системы управления контентом	Экспертные и эвристические методы исследования, интеллектуальный анализ данных

Структурированная (формализуемая) задача – задача, где известны все ее составные элементы и взаимосвязи между ними и точный алгоритм ее решения. Подобные задачи обычно приходится решать многократно. Связи между явлениями и процессами носят корреляционный характер. Целью использования информационной системы для решения структурированных задач является полная автоматизация их решения, т.е. сведение роли человека к минимуму. Структурированная система представляет собой набор исходных систем, систем данных или порождающих систем, имеющих общее параметрическое множество [9].

Слабоструктурированная задача (ill-structured problem) характеризуется, как количественными, так и качественными признаками, с некоторым доминированием последних. Информация о состояниях элементов, системы в целом, методах анализа и синтеза неполная или нечеткая, не всегда просматриваются причинно-следственные связи протекающих процессов. Для слабоструктурированных данных характерно отсутствие точной структуры, например, тексты, снимки, таблицы, которые могут быть представлены различными форматами. Это актуально при обработке Web-страниц, т.е. при извлечении информации из Интернет-источников. К особенностям слабоструктурированных объектов исследования относятся их уникальность, высокая динамичность, неполнота описания, а в ЭргС и субъективность лиц, принимающих решения (операторов, руководителей различного уровня). Одним из направлений изучения слабоструктурированных проблем является разработка интеллектуальных СППР реального времени на основе анализа *темпоральных* данных, связанных с определенными датами или временными интервалами [10], что также позволяет интегрировать методы поиска решений с методами обработки данных, характеризующихся неопределенностью различного рода, в том числе и в условиях нештатных ситуаций.

Неструктурированные задачи относятся к области принятия решений на стратегическом уровне, при обосновании выбора вариантов (планов действий) в совершенно новых, ранее не встречающихся условиях. Однако, интерес и стремление к компьютерному анализу всего нового, постоянно растет. Это наблюдается при работе с неструктурированными данными, причем среди хранимых в настоящее время данных на долю неструктурированных относится 80%. Развитие современной бизнес – аналитики, обработка информации социальных сетей, процедуры динамического принятия решений и ряд других задач строится на обработке неструктурированных данных.

В зависимости от уровня управления, информационные системы поддержки и принятия решений делятся на следующие типы:

- 1) исполнительные системы поддержки выполнения решений (стратегический уровень) – системы ESS (Executive Support Systems);
- 2) управляющие системы для среднего звена управления – MIS-системы (Management Information Systems);
- 3) системы работы со знаниями (работники умственного труда, проектировщики, разработчики систем и т.д.) – Knowledge Work Systems – (KWS).
- 4) на эксплуатационном уровне – это системы диалоговой обработки запросов (Transaction Processing Systems (TPS)).

Сформулируем задачу оптимизации информационных данных, представляемых оператору ЭргС сложного объекта управления для обеспечения процесса принятия решения в условиях нештатных ситуаций, следующим образом с учетом [8, 11]. Предварительно сформулируем несколько определений.

Определение 1. Среда принятия решений оператором S_r представляет собой совокупность задач управления (технологий управления – T_u), технологических подсистем – T_s и отношений между ними – R , т.е.

$$Sr = \langle T_u, T_s, R \rangle. \quad (1)$$

Определение 2. Любая технология управления t_{ui} , причем $T_u = \{t_{ui}\}, i = \overline{1, n}$ однозначно соответствует сценарию действий s_j из общей совокупности возможных сценариев $S = \{s_j\}, j = \overline{1, m}$ и свойству v_k из множества свойств объектов $V = \{v_k\}, k = \overline{1, w}$, т.е.

$$t_{ui} = f(s_j, v_k), \quad (2)$$

где функция f связывает конкретный сценарий с характеристиками (свойствами).

Определение 3. Сценарий есть совокупность алгоритмов решения $A = \langle Op, Us \rangle$, объединяющих множества операций Op и множества условий – Us , и времени t .

Определение 4. Совокупность технологических подсистем T_s составляют множество оборудования $Ob = Ob_F \times Ob_P$, включающие функционально необходимые подсистемы F и резервные – P , множество состояний St , множество решаемых задач Z и множество технологических параметров X :

$$T_s = \langle Ob, St, Z, X \rangle.$$

Технологические параметры, составляющие множество $X = \{x_l\}, l = \overline{1, L}$, объединяются в подмножества сочетаний B , соответствующие определенным ситуациям [8]:

$$B = \left\{ \mu_q^b(x); b = \overline{1, L}; q = 1, \dots, \frac{L!}{b!(L-b)} \right\}. \quad (3)$$

Текущая ситуация для технологической подсистемы (на момент времени t) $c_t \in C, t \in [0, 1, \dots]$ из общего множества возможных технологических ситуаций C определяется набором оборудования из множества Ob , его состоянием (множество St) и решаемой задачей или группы задач из множества Z .

С учетом данных определений, задача оптимизации сводится к поиску функционального отображения $\varphi: B \rightarrow C$, на основании которого ситуации c_i соответствует минимальное подмножество технологических параметров из (3), представляемых лицу, принимающему решение в ЭргС. Уровень минимальной для оператора информации должен формироваться на основе максимально допустимой ошибки идентификации ситуации оператором.

Подобная задача может решаться в ходе планирования действий оператором на некоторую перспективу, например, при планировании полета летательным аппаратом [11] или процесса функционирования любым сложным динамическим объектом. При этом функциональные отображения связывают множества технологических параметров, программных средств, реализующих технологии управления (1), с учетом классов преобразований, формируемых для повышения устойчивости системы к возможным отказам аппаратно-программных средств [12].

Задача планирования может быть представлена следующим кортежем:

$$\Pi = \langle c_0, c_i, \mathcal{E}_i, \mathcal{E}_K \mid i = \overline{1, K} \rangle, \quad (4)$$

где план Π есть последовательная во времени смена ситуаций от начальной c_0 до конечной, соответствующей заданному целевому уровню эффективности решаемой задачи \mathcal{E}_K , т.е. на каждом i -ом шаге осуществляется сравнение текущих показателей качества \mathcal{E}_i с заданным значением.

Таким образом, в процессе пошаговой реализации плана (4) каждая ситуация предварительно идентифицируется оператором, что позволяет своевременно влиять на задачу планирования в целом. Использование указанных моделей может быть распространено и на другие классы задач, как экономического (например, управление бизнес-процессами предприятия [13-14], взаимодействием предприятия и социальных сетей [15-16]), так и технического характера [17-20].

Список использованных источников и литературы:

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений // Проблемы управления. – 2003. – Вып. 1. – С. 13-28.
2. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения: ГОСТ 34.003-90. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 20 с.
3. Ириков В.А., Тренев В.Н. Распределенные системы принятия решений. Теория и приложения. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 228 с.
4. Бурый А.С. Анализ структурных нарушений сложных организационно - технических систем // Транспортное дело России. – 2014. – № 5. – С. 31-33.
5. Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие. ГОСТ Р МЭК 60447-2000. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 20 с.
6. Бурый А.С., Стреха А.А. Информационно-коммуникационное обеспечение организационных процессов // Транспортное дело России. 2012. – № 6-2. – С. 130-132.
7. Ловцов Д.А., Сергеев Н.А. Управление безопасностью эргасистем / Под ред. Д.А. Ловцова. – М.: РАУ-Университет, 2001. – 224 с.
8. Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Б.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
9. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
10. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Темпоральные модели на основе логики ветвящегося времени в интеллектуальных системах // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – № 1. – С. 14-26.
11. Бурый А.С., Фомичев И.Д. Мультиагентные модели управления группами автономных летательных аппаратов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2013. – № 2(12). – С. 6.
12. Бурый А.С. Декомпозиция распределенных отказоустойчивых информационно-измерительных систем // НТИ. Сек. № 2. – 1998. – № 1. – С. 3-14.
13. Ломакин М.И. Модель оптимизации затрат на качество бизнес-процессов предприятия // Транспортное дело России. 2011. № 6. С. 103-105.
14. Ломакин М.И., Скальский А.В. Оценка вероятности перехода бизнес-процесса в состояние, не соответствующее его регламенту // Транспортное дело России. 2011. № 12. С. 84-87.
15. Ломакин М.И., Докукин А.В., Соседов Г.А. Модель измерения влияния в социальных сетях // Компетентность. 2014. № 7 (118).

16. Ломакин М.И., Шинелин Н.В., Докукин А.В., Соседов Г.А. Разработка модели оценки влияния в социальных сетях // Экономика и предпринимательство. 2014. № 8.

17. Korovaitsev A.A., Lomakin M.I., Dokukin A.V. Evaluation of metrological reliability of measuring instruments under the conditions of incomplete data // Measurement Techniques. 2014. T. 56. № 10.

18. Коровайцев А.А., Ломакин М.И., Докукин А.В. Экономические проблемы взаимосвязи квалиметрии и метрологии на примере измерений параметров качества бытовой аудио- и аудиовизуальной техники // Мир измерений. 2014. № 1.

19. Ломакин М.И., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Многомодельная обработка измерительной информации в интеллектуальных системах прогнозирования надежности космических средств // Измерительная техника. 2014. № 1.

20. Lomakin M.I. Guaranteed bounds on failfree operation probability in the class of distributions with fixed moments // Автоматика и телемеханика. 1991. № 1. С. 154-161.

© Бурый А.С.
© Шевкунов М.А.

Научный интернет-журнал. <http://iea.gostinfo.ru/>