



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 084.89

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

<sup>1</sup>Балашов О.В., <sup>2</sup>Букачев Д.С

<sup>1</sup>Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Предложена концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений, позволяющей решать задачи планирования предстоящих действий объектов организационно-технических систем, оценивания хода реализации ранее сформированного плана с возможностью его коррекции, а также интеграции рассматриваемой системы с внешними системами. Дальнейшее развитие предложенного подхода позволит разработать методологию построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений, обеспечивающих автоматизацию процессов планирования и оперативного управления объектами организационно-технических систем.

Ключевые слова: организационно-техническая система, искусственный интеллект, план предстоящих действий, управляющее решение, ситуация, ситуационный признак, действие, задача, автоматизированное планирование.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATION OF PLANNING AND OPERATIONAL MANAGEMENT PROCESSES

<sup>1</sup>Balashov O.V., <sup>2</sup>Bukachev D.S.

<sup>1</sup>Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

<sup>2</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The concept of an intelligent decision support system is proposed, which allows solving the tasks of planning upcoming actions of objects of organizational and technical systems, evaluating the implementation of a previously formed plan with the possibility of its correction, as well as integrating the system under consideration with external systems. Further development of the proposed approach will allow us to develop a methodology for building intelligent decision support systems that automate the processes of planning and operational management of objects of organizational and technical systems.

Keywords: organizational and technical system, artificial intelligence, future action plan, control decision, situation, situational sign, action, task, automated planning.

**Введение.** К организационно-техническим системам (ОТС) относятся системы, на объектах которых производится принятие решений о выполнении мероприятий, согласованных с действиями других объектов (систем) или направленных на координацию

этих мероприятий. ОТС имеют иерархическую структуру. Функционирование ОТС (производственных, банковских, медицинских, строительных, военных систем и ряда других) происходит в условиях неопределенности информации, обрабатываемой при принятии решений. Неопределенность информации может быть вызвана ее неполнотой, избыточностью, недостоверностью, нечеткостью и неточностью [1, 3].

Условия функционирования ОТС, при которых происходит непрерывное изменение обстановки, приводящее к уникальности принимаемых решений, соответствуют условиям нестатистической неопределенности обрабатываемой информации. Для оценки решений принимаемых в этих условиях предлагается использовать методические средства теории возможностей [4, 5, 7].

Современные технологии автоматизированного планирования обладают рядом недостатков:

- отсутствие сформировавшегося подхода к полной автоматизации процессов принятия решений;
- отсутствие сформировавшегося подхода к автоматизированной разработке планов предстоящих действий, обеспечивающих функционирование организационно-технических систем (ОТС) и их интеграцию с другими ОТС;
- отсутствие сформировавшегося подхода к автоматизированной оценке хода реализации плана предстоящих действий и его коррекции.

Предлагаемая идея состоит в оснащении систем управления объектами ОТС интеллектуальными системами поддержки принятия решений (ИСППР). Ядро ИСППР должно включать в себя средства для выполнения следующих функций:

- представление цели функционирования объекта и ситуаций в формализованном виде;
- идентификация текущей ситуации функционирования объекта;
- ситуативный синтез моделей оценки принимаемых решений о выполнении задач;
- формирование рациональной стратегии управления объектом;
- разработка плана предстоящих действий;
- оценка хода реализации и автоматизированная коррекция плана предстоящих действий (при необходимости – перепланирование).

### **1. Постановка задачи.**

Предлагаемая технология автоматизированного управления требует наличия на объектах различных ОТС интеллектуальных СППР (ИСППР) с типовым ядром, состоящим из средств вторичной и третичной обработки данных, которые работают по единым правилам. При этом допускается возможность реализации ИС на различных аппаратных платформах.

Целью разработки предлагаемой технологии автоматизированного управления является решение ряда системных задач, имеющих место при управлении ОТС. В качестве системных задач рассматриваются: разработка плана предстоящих действий ОТС; оценка хода реализации ранее сформированного плана и его коррекция; интеграция рассматриваемой системы с другими ОТС. Рассмотрим основное содержание этих задач, а также основные положения функционирования ядра ИСППР в процессе их решения.

**Разработка планов предстоящих действий, оценка хода их реализации и коррекция** производится по алгоритмам, единым для объектов различных ОТС. К данным алгоритмам относятся алгоритмы разработки плана предстоящих действий, оценки хода его реализации и коррекции, а также алгоритмы модификации предметной области. Последний алгоритм предназначен для непрерывного анализа имеющихся ресурсов системы и коррекции, в случае их изменения, перечней ситуационных признаков и управляющих решений, матриц соответствия и других данных образующих предметную область ИСППР.

Основные этапы процессов разработки плана предстоящих действий, оценки хода его реализации и коррекции следующие:

- идентификация текущей ситуации;
- формирование целевой ситуации;
- формирование стратегии управления;
- последовательная разработка виртуальных планов перехода системы из одной ситуации в другую;
- оценка возможностей по достижению целевой ситуации;
- выбор рационального варианта плана предстоящих действий;
- сравнение текущей ситуации с соответствующей ей ситуацией в ранее сформированном плане;
- оценка целесообразности сохранения целевой ситуации и/или стратегии управления;
- разработка новых планов перехода системы из одной ситуации в другую;
- формирование нового плана действий.

**Интеграция с другими ОТС** производится посредством согласования рассматриваемой системой своего плана предстоящих действий с аналогичными планами других систем. Отличительной чертой данного процесса от процесса разработки плана предстоящих действий является использование алгоритма модификации предметной области в процессе согласования планов предстоящих действий интегрирующихся ОТС. Модификация предметной области в данном случае состоит в увеличении количества и объемов баз данных, а также в расширении перечней ситуационных признаков и управляющих решений. Практическая реализация алгоритма модификации предметной области осуществляется логическими механизмами ядра ИСППР.

**Под интеллектуальной системой объекта ОТС** в рамках предлагаемой технологии понимается программная оболочка, обеспечивающая взаимодействие между ЭВМ и человеком, и предоставляющая ему возможности по управлению функциональной аппаратурой объекта при решении задач разработки плана предстоящих действий, оценки хода его реализации и коррекции. Основу этой оболочки образует типовое ядро ИСППР.

## **2. Предлагаемый подход.**

Рассмотрим модульную структуру типового ядра ИСППР и опишем задачи, решаемые каждым модулем. Предлагаемая структура является развитием концепции структуры типового ядра ИСППР, изложенной в [2].

Основной задачей **модуля идентификации текущей ситуации** является управление модулями идентификации текущих значений ситуационных признаков (МИТЗСП), которые являются элементами прикладного программного обеспечения. Для работы модуля

предлагается усовершенствованный метод ситуационного управления. Проведенные авторами исследования позволили сделать вывод о возможности задания соответствия типа «значение ситуационного признака – множество управляющих решений». Правомерность данного подхода объясняется тем, что каждый ситуационный признак (СП) соответствует некоторой предметной области, в которой принимаются решения, зависящие от состояния объекта. Каждому СП соответствует конечное множество его возможных значений, а каждому значению – конечное множество решений о выполнении действий (задач).

Основной задачей *модуля разработки плана предстоящих действий* является разработка рационального плана предстоящих действий и его формализованное представление в памяти ЭВМ. Необходимым условием разработки плана является наличие текущей и целевой ситуаций. Идентификация текущей ситуации непрерывно производится соответствующим механизмом ядра ИСППР. Формирование целевой ситуации также производится соответствующим механизмом ядра ИСППР.

Задачей *модуля формирования целевой ситуации* является формализованное представление в памяти ЭВМ цели функционирования системы путем преобразования текста, речевого сообщения и/или мультимедийных данных в соответствующий их содержанию набор значений ситуационных признаков. В основе решения задачи лежит обработка ролевых ситуаций, состоящих из ролевых фреймов и фреймов понятий [6].

*Модуль формирования стратегии управления* предназначен для синтеза стратегии управления ОТС при ее переходе из текущей ситуации в целевую. В основе работы данного модуля лежит предположение о конечности множества ситуационных признаков, необходимых для формализованного представления состояния ОТС и условий её функционирования, а также значений этих признаков.

*Модуль разработки плана перехода системы из одной ситуации в другую* предназначен для разработки плана этого перехода и предоставляет ЛПП (человеку) возможности по решению следующих задач:

- 1) согласование управляющих решений, соответствующих текущим значениям различных ситуационных признаков;
- 2) ситуативный синтез виртуальных моделей реализации управляющих решений;
- 3) разработка и формализованное представление виртуального плана перехода системы из одной ситуации в другую;
- 4) оценка приоритетностей управляющих решений.

*Модуль реализации плана предстоящих действий (оперативного управления)* предназначен для решения следующих основных задач:

- 1) сравнение текущей ситуации с соответствующей ей ситуацией в ранее сформированном плане;
- 2) активация модели ранее сформированного плана перехода системы из одной ситуации в другую;
- 3) ситуативный синтез виртуальной модели плана перехода системы из текущей ситуации в требуемую;
- 4) оценка целесообразности сохранения стратегии управления и целевой ситуации;
- 5) интеграция системы с другими системами и ее самоорганизация в критических ситуациях.

**Пользовательский интерфейс** представляет собой программную оболочку, в состав которой входят:

- графический интерфейс, обеспечивающий активизацию модулей разработки и реализации плана предстоящих действий объекта;
- процедуры вывода экранных форм, соответствующих рассматриваемой ситуации;
- процедуры синтеза экранных форм;
- модули формирования, передачи и приема сообщений.

**Система обработки логики управления** предназначена для решения следующих задач:

- кодирование и декодирование логики обработки объектов данных;
- кодирование и декодирование логики плана предстоящих действий.

**Управляющая система** предназначена для управления работой ИСППР. Основными ее задачами являются управление процессами, оценка их приоритетности, контроль и управление вычислительными ресурсами. Управляющая система должна представлять собой совокупность логических модулей, обеспечивающих решение указанных задач. Алгоритмы работы управляющей системы должны быть адаптивными к технической оснащенности объекта (прежде всего конфигурацией и характеристиками вычислительной системы и системы передачи данных), а также к содержанию системного и прикладного программного обеспечения.

**Заключение.** Решение проблемы формализации процессов планирования и оперативного управления требует использования теоретических средств формализованного описания ОТС в текущих и прогнозируемых условиях обстановки. Одним из наиболее подходящих для этого средств является усовершенствованный метод ситуационного управления, который позволяет выполнить формализацию процессов планирования и оперативного управления.

Разработка теоретического подхода к автоматизации процессов планирования и оперативного управления, а также построение ядра ИСППР, позволяющих автоматизировать эти процессы, приводит к тесной интеграции технологий искусственного интеллекта и теории принятия решений. Дальнейшее развитие данного подхода позволит разработать методологию построения ИСППР, обеспечивающих автоматизацию процессов планирования и оперативного управления объектами ОТС.

### Список литературы

1. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/ Под ред. Поспелова Д.А. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.
2. Балашов О.В., Букачев Д.С. Подход к разработке технологии автоматизированного планирования и оперативного управления организационно-техническими системами // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5, № 4(18). – С. 21-32.
3. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. - М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.

4. Борисов А.Н., Аппен Е.П. Оценка возможностных характеристик при анализе альтернатив. - В кн.: Методы принятия решений в условиях неопределенности. Рига: РПИ, 1980.
5. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей//Приложения к представлению знаний в информатике. - М. :Радио и связь, 1990. – 287 с.
6. Минский М. Фреймы для представления знаний / Пер. с англ. О.Н. Гринбаума; Под ред. Ф.М. Кулакова. - Москва : Энергия, 1979. - 151 с. : черт. ; 20 см. - Библиогр.: с. 145-149
7. Ягер Р.Р. Нечёткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Пер.с англ. М. : Радио и связь, 1986.

## References

1. Averkin A.N., Batyrshin I.Z., Blishun A.F. Nечetkie mnozhestva v modelyah upravleniya i iskusstvennogo intellekta/ Pod red. Pospelova D.A. - M. : Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1986. – 312 p.
  2. Balashov O.V., Bukachev D.S. Podhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo planirovaniya i operativnogo upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2020. – Т. 5, № 4(18). – .PP 21-32.
  3. Borisov A.N., Alekseev A.V., Merkur'eva G.V. i dr. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinyatiya reshenij. - M. : Radio i svyaz', 1989. – 304 p.
  4. Borisov A.N., Appen E.P. Ocenka vozmozhnostnyh harakteristik pri analize al'-ternativ. - V kn.: Metody prinyatiya reshenij v usloviyah neopredelennosti. Riga: RPI, 1980.
  5. Dyubua D., Prad A. Teoriya vozmozhnostej//Prilozheniya k predstavleniyu znaniy v informatike. - M. :Radio i svyaz', 1990. – 287 p.
  6. Minskij M. Frejmy dlya predstavleniya znaniy / Per. s angl. O.N. Grinbauma; Pod red. F.M. Kulakova. - Moskva : Energiya, 1979. - 151 s. : chert. ; 20 sm. - Bibliogr.: PP. 145-149
  7. YAger R.R. Nечyotkie mnozhestva i teoriya vozmozhnostej. Poslednie dostizheniya. Per.s angl. M. : Radio i svyaz', 1986.
-