

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ,
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ.
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

УДК 005 EDN CZIVHK

**К вопросу разработки полезной модели
автоматизированной системы управления
динамическими ситуациями**

А. А. Ромашкин, к. т. н., *Romashkin.AA@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация
М. В. Мельников, к. т. н., *melnikov.mv@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация
И. Р. Чернов, к. т. н., *chernov.ir@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Аннотация. Описана полезная модель системы управления динамическими ситуациями. Модель направлена на реализацию непрерывного процесса интеллектуальной поддержки принятия решений на основе представления области управления сложной организационно-технической системой в виде множества пространственно-временных динамических ситуаций, описывающих изменение во времени ее состояния во взаимодействии с конкурирующей системой и внешней средой. В статье изложены сущность управления динамическими ситуациями, назначение и схема полезной модели, описание ее функционирования.

Ключевые слова: полезная модель, управление динамическими ситуациями, сложная организационно-техническая система, процесс интеллектуальной поддержки принятия решений, ситуационная модель области управления

Для цитирования: Ромашкин А. А., Мельников М. В., Чернов И. Р. К вопросу разработки полезной модели автоматизированной системы управления динамическими ситуациями. *Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы*. 2025. Т. 12. № 1. С. 16–21.

**Development of a Utility Model
for the Automated Dynamic Situation Control System**

A. A. Romashkin, *Cand. Sci. (Engineering)*, *Romashkin.AA@spacecorp.ru*
Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation
M. V. Melnikov, *Cand. Sci. (Engineering)*, *melnikov.mv@spacecorp.ru*
Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation
I. R. Chernov, *Cand. Sci. (Engineering)*, *chernov.ir@spacecorp.ru*
Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper describes a useful model of a dynamic situation control system. The model is aimed at implementing a continuous process of intellectual decision-making support based on the representation of the control area of a complex organizational and technical system in the form of a set of spatiotemporal dynamic situations describing a change in its state over time in interaction with a competing system and external environment. The paper describes the essence of dynamic situation control, the purpose and scheme of the utility model, and gives the description of its functioning.

Keywords: utility model, dynamic situation control, complex organizational and technical system, intellectual decision support process, situation control model

For citation: Romashkin A. A., Melnikov M. V., Chernov I. R. Development of a Utility Model for the Automated Dynamic Situation Control System. *Rocket-Space Device Engineering and Information Systems*. 2025. Vol. 12. No. 1. P. 16–21. (in Russian)

Введение

Существенный рост возможностей сложных организационно-технических систем (СОТС) по сбору и обработке информации об условиях их функционирования, состоянии, этапах и результатах выполнения задач объектами управления объективно привел к увеличению объема и интенсивности подлежащего обработке потока информации. Своевременность и качество обработки такого потока, итоговая степень структурирования и представление информации в виде адекватной постоянно актуализируемой модели предметной области управления напрямую влияют на оперативность выработки управленческих решений, осуществление непрерывного контроля их выполнения.

Проведенные в данном аспекте исследования области управления СОТС показали, что наиболее адекватным ее представлением является ситуационное представление в виде множества пространственно-временных динамически развивающихся ситуаций. Однако, несмотря на данное обстоятельство, построение большинства современных автоматизированных систем по-прежнему осуществляется по сложившейся технологии интеграции различных сервисов (телекоммуникация, видеоконференцсвязь, планирование, мониторинг и др.), реализующих отдельные комплексы информационных и расчетных задач, направленных на сбор и представление данных в разных информационных срезах и слабо ориентированных на ситуационное представление области управления [1–3]. Как следствие, такие системы изначально не содержат программных инструментов синтеза и актуализации целостной ситуационной модели области управления (СМОУ), поддержка методов ситуационного управления в части выявления ситуаций и динамического отслеживания их развития реализуется фрагментарно. Интеллектуальная составляющая обработки в подобных системах в основном возлагается на оператора и требует значительных временных затрат на интерпретацию и согласование данных о состоянии области управления. Все это существенно увеличивает время выработки, принятия и контроля реализации решений.

Изложенный подход к формированию полезной модели автоматизированной системы управления

динамическими ситуациями (АС УДС) призван раскрыть сущность динамического управления ситуациями в приложении к СОТС, структуру и алгоритмизацию функционирования такой автоматизированной системы.

Сущность управления динамическими ситуациями

Одним из направлений в теории управления, предоставляющим основу для реализации возрастающих требований к автоматизированным системам, является ситуационное управление, а конкретно — интенсивно развивающееся управление динамическими ситуациями.

Управление динамическими ситуациями в приложении к СОТС может быть основано на том, что в процессе функционирования СОТС воздействия на объекты конкурирующей и своей систем и внешние условия подлежат рассмотрению в контексте отдельных пространственно-временных конструкций — ситуаций, которые как бы претерпевают пространственно-временные и качественные изменения. Подобные изменения изначально носят дискретный (событийный) характер или могут быть преобразованы к нему. Это обстоятельство в сочетании с возможностью декомпозиции планов применения (решений на применение) СОТС на пространственно-временные эпизоды деятельности позволяет представить предметную область управления СОТС в виде ее ситуационной (ситуационно-событийной) модели. Основу такой модели составляет множество взаимосвязанных динамических пространственно-временных ситуаций.

Главная особенность рассматриваемого вида управления заключена в оперировании динамическими ситуациями, предусмотренными планами применения СОТС и/или формируемыми на основе частных решений, направленными на достижение целевой функции системы. Тогда непосредственная реализация управления функционированием СОТС связана с фрагментарными изменениями (в т.ч. в результате воздействий) во времени информации о структуре и состоянии СОТС, конкурирующей системы и элементов внешней среды по отдельным аспектам и направлениям деятельности, рассмат-

риваемыми в качестве временной динамики изменения множества ситуаций.

Информационной основой ситуационного управления СОТС может служить синтезируемая и актуализируемая СМОУ, включающая множество динамических пространственно-временных ситуаций. На основе событийных изменений СМОУ должна обеспечиваться выработка системы частных управляющих решений, соответствующих цели применения СОТС и содержащих задачи для объектов управления. Содержание таких задач связывается с оказанием воздействий на рассматриваемые в контексте ситуации объекты своей системы (подготовка, обеспечение, перемещение), объекты конкурирующей системы (ослабление, подавление, разрушение, блокирование), элементы условий деятельности (разрушение, создание, восстановление).

Таким образом, рассмотренный вид управления в приложении к СОТС позволяет обеспечить управление динамическими ситуациями, описываемыми пространственно-временные фрагменты управленческой деятельности, а также непрерывную корректировку траектории достижения СОТС цели функционирования за счет принятия частных решений в соответствии с динамикой развития ситуаций. Это позволяет утверждать о возможности формализации и нормирования автоматизированного непрерывного процесса интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении СОТС и разработки соответствующей полезной модели автоматизированной системы. В свою очередь, создание и реализация такой полезной модели позволит обеспечить формализацию построения и функционирования тематических АС УДС с требуемыми показателями оперативности, адаптивности и качества управления с учетом объективных тенденций условий, форм и способов управления деятельностью конкретных СОТС.

Назначение, схема и описание полезной модели АС УДС

Полезная модель АС УДС предназначена для описания структуры и функционирования типовой АС УДС, обеспечивающей автоматизацию процесса непрерывной интеллектуальной поддержки пользо-

вателей при управлении деятельностью СОТС на основе представления области управления в виде множества динамических ситуаций.

Ниже представлена схема полезной модели АС УДС (см. рисунок).

АС УДС содержит следующие основные блоки:

- блок приема данных 1;
- информационно-управляющая система (ИУС) 2;
- блок выдачи данных 3;
- база данных ситуационной модели области управления (БД СМОУ) 4;
- база данных системы представлений (БД СП) 5;
- модуль (модули управления) 6.

Основу полезной модели образует контур схемы автоматической обработки потока информации (блоки 1, 2, 3), регулируемый подключением модуля (модулей) управления 6. Построение контура выполнено с учетом «цикла OODA» Дж. Бойда [4]. Взаимодействие между контуром схемы автоматической обработки потока информации и модулем управления выполнено с использованием блоков БД СМОУ 4 и БД СП 5.

Блок приема данных 1 представляет собой подключаемое к сети обмена данными многопоточное устройство для приема сообщений от источников информации и их преобразования в формат, ориентированный на потоковую тематическую обработку в ИУС. Выход данного блока соединен со входом ИУС.

Информационно-управляющая система 2 включает последовательно соединенные блок первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7, блок контекстного синтеза/выбора альтернатив на основе СМОУ 8, блок автоматической оценки альтернатив и выбора решений 9, блок генерации управляющих воздействий 10 с реализацией обратной связи для контекстного изменения СМОУ в соответствии с этапами цикла принятия решений по динамическим ситуациям. При этом:

- выход блока первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7 соединен с входом БД СМОУ 4 для ее модификации;
- вход блока автоматической оценки альтернатив и выбора решений 9 соединен с выходом базы данных системы предпочтений 5 с целью загрузки предпочтений пользователя;

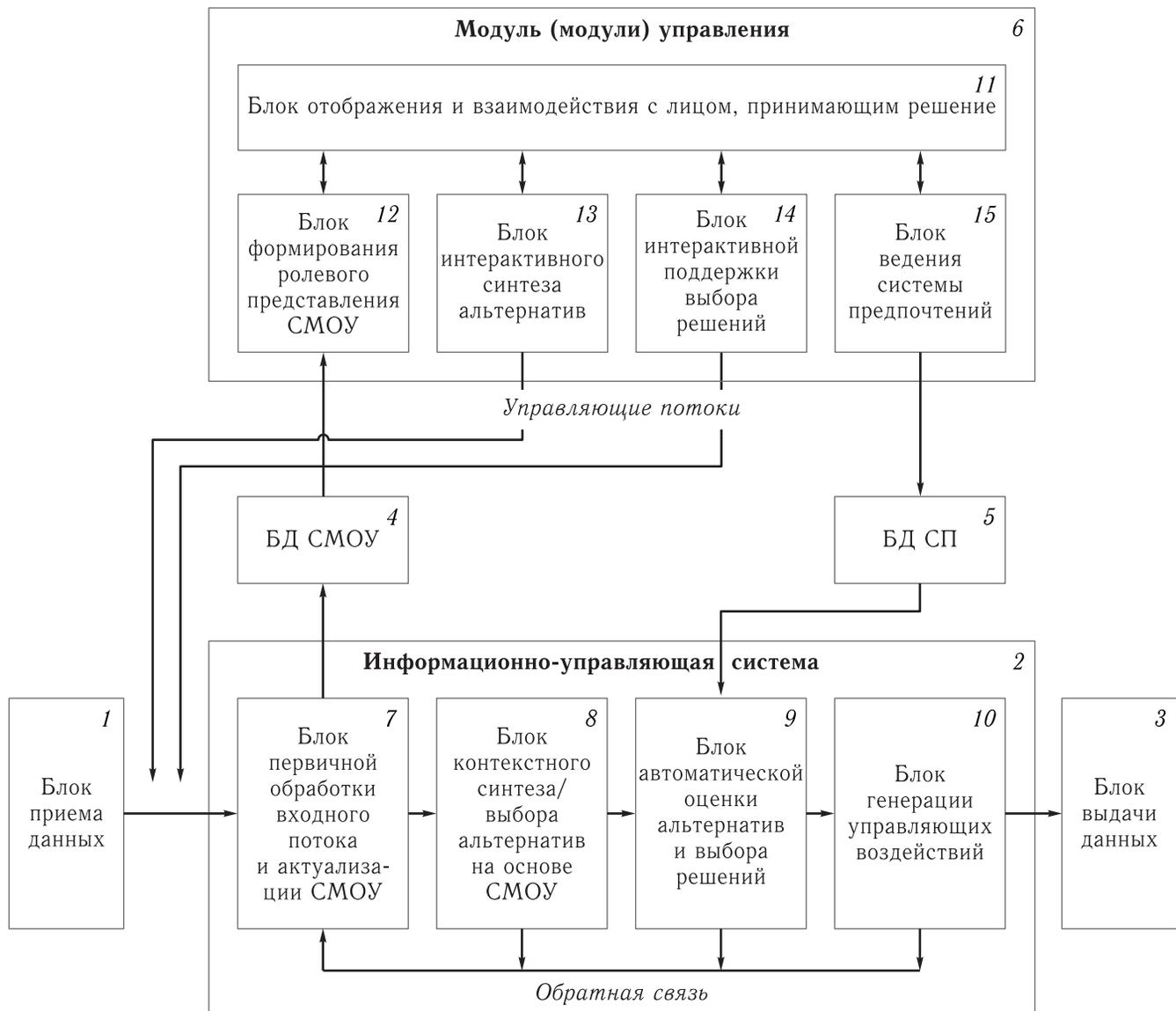


Рисунок. Схема полезной модели АС УДС

Figure. The scheme of the utility model of the automated dynamic situation control system

- выход блока генерации управляющих воздействий 10 соединен со входом блока выдачи данных 3;
- вход информационно-управляющей системы соединен с выходами модуля управления 6 для приема управляющих потоков на вход ИУС.

Блок выдачи данных 3 представляет собой подключаемое к сети обмена данными многопоточное устройство выдачи сообщений для задач синхронизации СМОУ и согласования решений с аналогичными АС, доведения команд до объектов управления.

Блок БД СМОУ 4 представляет собой программную реализацию ситуационной модели области управления СОТС.

Блок БД СП 5 представляет собой программную реализацию базы показателей, описывающих актуальные значения системы предпочтений пользователя, используемые в процессе автоматической потоковой обработки информации в ИУС.

Модуль управления 6 включает модуль отображения и взаимодействия с лицом, принимающим решение (ЛПР) 11, и подключенные к нему: блок формирования ролевого представления СМОУ 12,

блок интерактивного синтеза альтернатив для ввода и корректировки альтернативных вариантов решений 13, блок интерактивной поддержки выбора решений для подключения ЛПР к выбору окончательного решения 14, блок ведения системы предпочтений 15. При этом:

- вход блока формирования ролевого представления СМОУ 12 соединен с выходом БД СМОУ 4;
- выход блока ведения системы предпочтений 15 соединен со входом БД СП 5 с целью ее корректировки.

Описание функционирования АС УДС

Весь поток информации от внешних источников по каналам обмена данными поступает в блок приема данных 1 (см. рисунок) — многопоточное устройство, где регистрируется и передается в ИУС 2, конкретно в блок первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7. Одновременно в блок первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7 поступает управляющий поток сообщений от пользователей.

В блоке первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ осуществляется разбор сообщений, их соотнесение со СМОУ (множеством динамических ситуаций) и обновление СМОУ в БД СМОУ 4, а также выдача локальных изменений СМОУ в контексте конкретной ситуации в блок контекстного синтеза/выбора альтернатив на основе СМОУ 8.

В блоке контекстного синтеза/выбора альтернатив 8 осуществляется детальный анализ изменения конкретной динамической ситуации и определяются (рассчитываются) альтернативные варианты решений по данной ситуации. Все варианты решений далее поступают в блок автоматической оценки альтернатив и выбора решений 9.

В блоке автоматической оценки альтернатив и выбора решений 9 осуществляется оценка альтернатив с учетом предпочтений пользователя на основе значений формализованных показателей, получаемых из БД СП 5. Результатом работы

блока является выбор одного окончательного формализованного решения, выдаваемого в блок генерации управляющих воздействий 10.

В блоке генерации управляющих воздействий осуществляется трансляция решения в набор команд — сообщений, выдаваемых в блок выдачи данных 3.

В процессе функционирования ИУС блоки 8, 9, 10 осуществляют многопоточную параллельную обработку ситуаций и посредством обратной связи выдают в блок первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7 данные о результатах своей работы для внесения данных о состоянии принятия и доведения решений по ситуациям в СМОУ.

Блок выдачи данных осуществляет доведение команд — сообщений по сети обмена данными до подчиненных объектов СОТС, а также до объектов взаимодействующих и вышестоящих систем.

Одновременно с обработкой изменений СМОУ в ИУС внесенные изменения в БД СМОУ считаются блоком формирования ролевого представления СМОУ 12 из состава модуля управления 6 конкретного пользователя. На основе описания функциональной роли пользователя блок обеспечивает формирование его информационного контента представления СМОУ и передачу изменений для визуализации в блок отображения и взаимодействия с лицом, принимающим решение (ЛПР) 11. Отображаемый контент визуализируется в виде доступного ЛПР множества ситуаций.

Посредством блока интерактивного синтеза альтернатив 13 и блока интерактивной поддержки выбора решений 14 в зависимости от этапа обработки ситуации пользователь вносит необходимые корректировки в работу ИУС 2 посредством формируемых на основе его действий формализованных сообщений управляющих потоков, направляемых в блок первичной обработки входного потока и актуализации СМОУ 7.

В процессе функционирования автоматизированной системы допускается изменение системы предпочтений пользователем с использованием блока отображения и взаимодействия с ЛПР 11 и их трансляции посредством блока ведения системы предпочтений 15 в базу данных системы предпочтений 5.

Поддержка коллективного режима функционирования автоматизированной системы обеспечивается применением требуемого количества модулей управления *б*, с соответствующей ролевой настройкой входящих в его состав блоков *11, 12, 13, 14, 15*.

В целом предлагаемая полезная модель за счет распараллеливания обработки в блоках ИУС, реализации механизмов частного управления отдельными пространственно-временными динамическими ситуациями на основе СМОУ призвана повысить уровень структурирования информации, информированности пользователя, оперативности и непрерывности выработки (уточнения) решений на управление деятельностью СОТС.

Заключение

Полезная модель АС УДС направлена на создание автоматизированных систем для управления СОТС. Сущность управления состоит в динамическом формировании (актуализации) ситуационной модели области управления в виде множества пространственно-временных ситуаций, предоставлении возможности принятия частных решений для корректировки траектории достижения системой целевой функции.

Полезная модель может быть использована для создания АС УДС в различных тематических областях с обеспечением требуемых показателей качества управления (оперативности, адаптивности, обоснованности решений и др.) за счет значительного увеличения пропускной способности системы, сокращения времени на подготовку и оценку

вариантов решений и, как следствие, снижения информационной нагрузки на ДЛ.

Решение применимо для создания локальных систем и узлов сложных иерархических распределенных автоматизированных систем с делегированием функций по пространственно-функциональным направлениям деятельности, реализацией механизмов синхронизации СМОУ и согласования решений.

Список литературы

1. *Цветков В. Я.* Ситуационное управление // Современные технологии управления, №2 (102). Номер статьи: 10204, 2023. <http://sovman.ru/article/10204> (Дата обращения 02.10.2024).
2. *Массель Л. В., Массель А. Г.* Ситуационное управление и семантическое моделирование в энергетике / Труды IV Международной научной конференции OSTIS, Беларусь, Минск: БГУИР, 20–22 февраля 2014. С. 116–116. http://isem.irk.ru/publications/conference_paper2014000002955 (Дата обращения 02.10.2024).
3. *Левин Б. А., Цветков В. Я.* Информационные процессы в пространстве «больших данных» // Мир транспорта, 2017, т. 15, № 6 (73). С. 20–30.
4. *Ивлев А. А.* Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации. М., 2008. 64 с. https://pentagonus.ru/_ld/0/23_KES.pdf (Дата обращения 02.10.2024).

Дата поступления рукописи
в редакцию 07.10.2024
Дата принятия рукописи
в печать 18.02.2025