

Подход к построению автоматизированной системы на основе управления динамическими ситуациями

The approach to creation an automated system based on dynamic situation control

УДК 004

Получено: 17.04.2025

Одобрено: 21.05.2025

Опубликовано: 25.06.2025

Ромашкин А.А.

Канд. техн. наук, начальник отдела, акционерное общество АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем», г. Москва
e-mail: romashkinaa@yandex.ru

Romashkin A.A.

Candidate of Technical Sciences, Head of Department, Joint-Stock Company Russian Corporation of Rocket and Space Instrumentation and Information Systems, Moscow
e-mail: romashkinaa@yandex.ru

Аннотация

Настоящая статья содержит описание подхода к построению автоматизированной системы на основе управления динамическими ситуациями. Подход направлен 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, схема и описание структуры типовой автоматизированной системы на основе управления динамическими ситуациями, алгоритм функционирования.

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

Abstract

This article describes an approach to creating an automated system based on dynamic situations control. The approach is aimed at implementing a continuous process of intellectual decision-making support and is based on the representation of the field of management of a complex organizational and technical system as a set of spatiotemporal dynamic situations describing the change in its state over time when interacting with a competing system and the external environment. The formalization of situations is aimed at the information-events representation of activities. The article presents the essence of dynamic situational management, the purpose of the scheme and the description of the structure of a typical automated system based on dynamic situations control, the algorithm of functioning.

Keywords: automated system, dynamic situation control, complex organizational and technical system, process of intellectual decision support, situation model of the control area.

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 ведет к увеличению объема и интенсивности подлежащего обработке потока информации. Своевременность и качество обработки информационного потока, итоговая степень структурирования и представление информации в виде постоянно актуализируемой модели предметной области управления СОТС напрямую влияют на оперативность и качество выработки управленческих решений, реализацию непрерывного контроля их выполнения.

Исследования области управления СОТС показывают, что наиболее адекватным ее представлением является представление в виде множества пространственно-временных динамически развивающихся ситуаций. Вместе с тем, большинство современных автоматизированных систем по-прежнему реализуется по сложившейся технологии интеграции различных сервисов (телекоммуникация, планирование, мониторинг и др.), реализуемых в виде комплексов информационных и расчетных задач, направленных на сбор и представление данных в разных информационных срезах, слабо ориентированных на ситуационное представление области управления [1, 2, 3].

В результате, такие системы не содержат программных инструментов синтеза и актуализации целостной ситуационной модели области управления (СМОУ), а поддержка методов ситуационного управления в части выявления ситуаций и динамического отслеживания их развития реализуется фрагментарно. В свою очередь, интеллектуальная составляющая обработки информации возложена на оператора и, как следствие, требует значительных временных затрат на интерпретацию и согласование данных о состоянии области управления. Это значительно увеличивает время выработки, принятия и контроля реализации решений. Представленный подход к построению автоматизированной системы на основе управления динамическими ситуациями (АС УДС) направлен на устранение указанных недостатков.

Одним из концептуальных подходов в теории управления, который может быть использован для реализации возрастающих требований к автоматизированным системам, является ситуационное управление, а конкретно его направление, связанное с управлением динамическими ситуациями. Управление динамическими ситуациями основано на том, что в процессе функционирования СОТС воздействия на объекты и условия рассматриваются 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 ситуационной (ситуационно-событийной) модели области управления. При этом, основу этой модели и образует множество взаимосвязанных динамических пространственно-временных ситуаций.

Главная особенность управления динамическими ситуациями заключается в его структурированном пространственно-временном событийном характере, направленном на оперирование ситуациями, предусмотренными планами применения СОТС или формируемыми на основе частных решений. Тогда, реализация управления может быть связана с фрагментарным изменением во времени информации о структуре и состоянии СОТС, конкурирующей системы и элементов внешней среды по отдельным аспектам и направлениям деятельности, а совокупность этих изменений определяет динамику изменения области управления во времени.

Информационной основой ситуационного управления СОТС может служить синтезируемая и актуализируемая СМОУ, представляемая в виде множества динамических пространственно-временных ситуаций. В контексте событийных изменений СМОУ должна

обеспечиваться выработка системы частных управляющих решений, соответствующих цели применения СОТС и содержащих задачи для объектов управления. Содержание подобных задач связывается с оказанием различного рода воздействий на рассматриваемые в контексте ситуации объекты СОТС (подготовка, обеспечение), объекты конкурирующей системы (блокирование, ослабление/подавление, разрушение/ликвидация) и элементы условий деятельности (блокирование, разрушение/ликвидация, создание/восстановление).

Таким образом, рассмотренный вид управления изначально ориентирован на управление множеством информационных ситуаций, описывающих пространственно-временные фрагменты управленческой деятельности, а также на непрерывную корректировку траектории достижения СОТС цели функционирования за счет принятия частных решений исходя из динамики развития множества ситуаций. С учетом изложенного, реализация управления динамическими ситуациями 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.

Рассматриваемый подход к построению АС УДС обеспечивает фиксацию ее типовой структуры, схемы, описания и алгоритма функционирования, исходя из автоматизации процесса непрерывной интеллектуальной поддержки пользователей при управлении деятельностью СОТС, на основе представления ее области управления в виде множества динамических ситуаций. Схема типовой АС УДС представлена на рис. 1.

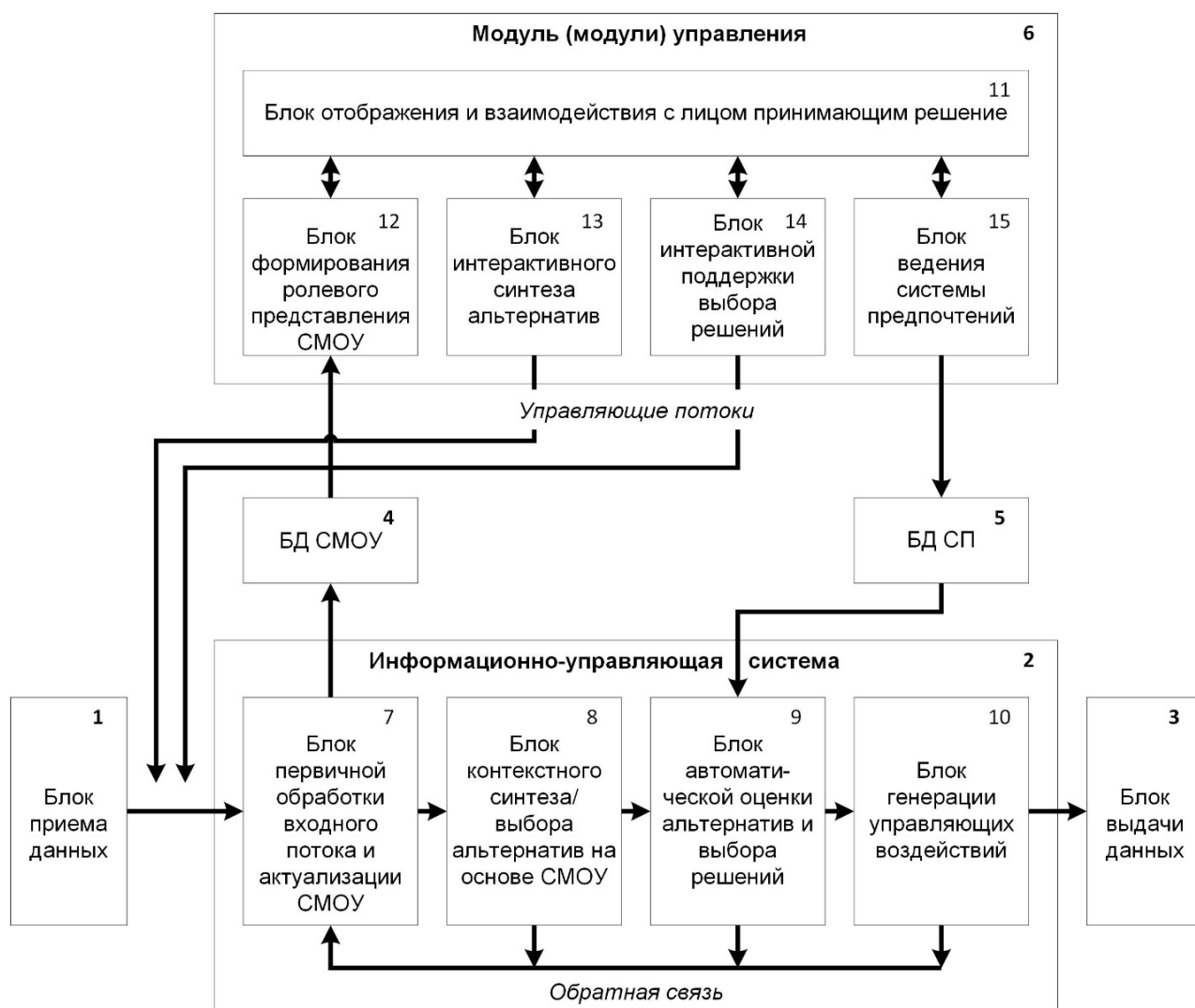


Рис. 1. Структура АС УДС включает совокупность связанных компонентов (см. рис. 1):

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

Основу типовой структуры составляет контур схемы автоматической обработки потока информации (блоки 1, 2, 3), регулируемой подключением модуля (модулей) управления 6. Построение контура выполнено с учетом «цикла OODA» Дж. Бойда [4]. Взаимодействие между контуром и модулем управления осуществляется 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;
- 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 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 решения (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.

Типовой алгоритм функционирования АС УДС описывается следующим образом. Весь поток информации от внешних источников поступает по каналам обмена данными в блок

приема данных 1, представляющий многопоточное устройство, где регистрируется на уровне телекоммуникационного обмена 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 поступают управляющие потоки сообщений с результатами работы 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 ВЕС 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 сложной организационно-технической системы, а также до объектов взаимодействующих и вышестоящих систем.

Одновременно с обработкой изменений СМОУ в ИУС, внесенные изменения в БД СМОУ считываются 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 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 6, с соответствующей ролевой настройкой входящих в его состав блоков 11, 12, 13, 14, 15.

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

Представленный подход к построению типовой АС УДС направлен на развитие научно-методического аппарата построения автоматизированных систем для управления СОТС, сущность которого заключается в динамическом формировании (актуализации) ситуационной модели области управления, как множества пространственно-временных ситуаций, и предоставлении возможности принятия частных управленческих решений для корректировки траектории достижения СОТС целевой функции.

Применение подхода позволит создавать АС УДС для управления СОТС в различных тематических областях с реализацией требуемых показателей оперативности, адаптивности и качества управления за счет существенного снижения информационной нагрузки на должностных лиц и сокращения времени на подготовку и оценку вариантов решений. Изложенное решение применимо для построения как локальных, так и сложных иерархических распределенных автоматизированных систем с делегированием функций по пространственно-функциональным направлениям деятельности, реализацией механизмов синхронизации СМОУ и согласования решений.

Литература

1. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации: монография / Ивлев А.А. – М., 2008. – 64 с. [Электронный ресурс]. URL: http://pentagonus.ru>_Id.0.23_KES.pdf (дата обращения: 02.10.2024).
2. Лёвин Б.А. Информационные процессы в пространстве «больших данных» /Лёвин Б.А., Цветков В.Я. // Мир транспорта. 2017. – Т.15, №6(73). – с.20-30.
3. Массель Л.В., Ситуационное управление и семантическое моделирование в энергетике / Массель Л.В., Массель А.Г. // Труды IV Международной научной конференции OSTIS, Беларусь, Минск: БГУИР. – 2014. 20-22 февраля 2014. С.116-116 [Электронный ресурс]. URL: http://isem.irk.ru/publications/conference_paper2014000002955 (дата обращения: 02.10.2024).
4. Цветков В.Я. Ситуационное управление // Современные технологии управления. ISSN 2226-9339. 2023. №2 [Электронный ресурс]. URL: <https://sovman.ru/article/10204> (дата обращения: 02.10.2024).