

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ В ПОДСИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРО- ЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

к.т.н. Б.И. Низиенко, М.А. Павленко, П.Г. Бердник, С.Г. Шило  
(представил проф. Б.Н. Судаков)

*Предложен метод управления информационными моделями для подсистемы информационного обеспечения в перспективных автоматизированных системах управления сложными объектами, основанный на применении стратегии ситуационного управления, с учетом решаемых задач управления и свойств информационных элементов, необходимых для решения этих задач.*

**Постановка проблемы.** Одним из важнейших показателей деятельности при управлении сложными динамическими системами, является оперативность решения этих задач лицом, принимающим решение (ЛПР). Выработка решения по управлению сложными динамическими системами (СДС) включает в себя ряд этапов (рис 1.). Вместе с тем, повышение оперативности реализации этого процесса не может быть достигнуто лишь за счет уменьшения времени реализации каждого из указанных этапов [1, 2].

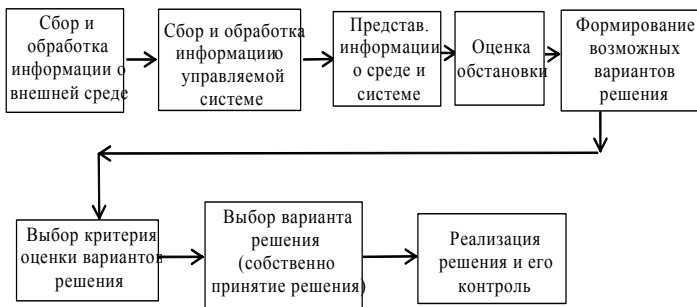


Рис. 1. Структурная схема процесса принятия решения

Было показано [1 – 4], что время, затрачиваемое ЛПР на принятие решений, зависит от количества рассматриваемых объектов и количе-

ства их характеристик.

На скорость оценки и обработки информации о состоянии внешней среды и СДС влияют множества факторов, в первую очередь: способ кодирования и представления информации, степень сложности информационной модели, структура связей элементов информационной модели, динамика изменения информации.

Повышение оперативность сбора, обработки, представление (отображения) информации и оценки обстановки возможно за счет автоматизации данных процессов [1 – 4]. При этом реализация адаптивного управления параметрами представления (отображения) информации о состоянии внешней среды и СДС (информационные модели внешней среды и СДС) позволит повысить наглядность, степень восприятия информации и обеспечит повышение оперативности оценки обстановки и принятия решения ЛПР.

В свою очередь, информационное обеспечение процесса принятия решения с учетом особенностей сложившейся обстановки (ситуации), наиболее точно соответствует последовательности этапов принятия решений и учитывает особенности деятельности оператора при этих ситуациях.

Таким образом, при управлении информационными моделями, обеспечивающими информационную поддержку процесса принятия решений целесообразно использовать стратегию ситуационного управления. Такой подход позволит реализовать адаптивное управление структурой и свойствами информационных моделей СДС исходя из ситуации, сложившейся на данный момент времени, и тех оперативных задач управления, которые должен решать ЛПР в данных условиях обстановки.

Необходимость совершенствования информационного обеспечения процесса принятия решений по управлению СДС предопределяет актуальность разработки метода адаптивного управления информационными моделями, обеспечивающими решение оперативных задач управления СДС в различных условиях сложившейся ситуации.

**Анализ литературы.** Исследованию методов создания и управления информационными моделями при организации процесса поддержки принятия решения посвящены работы [1 – 4]. Рассмотрим эти методы.

Текстовые информационные модели [1, 3] используются при отображении статической информации. Основной задачей таких простых информационных моделей является представление статичных текстовых данных необходимых в процессе работы оператора. Примером таких информационных моделей могут быть инструкции, алгоритмы работы, перечни решаемых задач, представленные ЛПР в виде текстовых документов.

Алгоритмические методы создания и управления информационны-

ми моделями [1, 2] позволяют сформировать информационные модели, отражающие алгоритм деятельности оператора, и в свою очередь подразделяются на информационно-логические и командно-информационные. Эти модели используются для управления одним сложным объектом, например, энергоблоком, ядерным реактором и т.д. Их применение ограничено количеством отображаемых объектов и отображаемой связью между ними.

По способу воспроизведения информации и применяемому методу управления информационными моделями можно выделить [1, 2] изобразительный подход к отображению информации без учета алгоритма деятельности оператора. Недостатками этого подхода к созданию информационных моделей являются: каждая информационная модель отражает информацию, необходимую для решения 1 – 2 задач управления; отображаемая информация не соответствует логике работы ЛПР; анализ информационной модели требует больших затрат времени, что не позволяет реализовать управления СДС.

Следующий метод – это метод управления информационными моделями, основанный на изобразительном подходе к отображению информации с ограниченным учетом алгоритма деятельности ЛПР [1, 2]. Такой подход позволяет создавать более совершенные информационные модели по сравнению с методом рассмотренным выше. Недостатками такого подхода к созданию информационных моделей являются: ограничено число программ управления информационными моделями; не реализована поддержка распознавания оперативных ситуаций; не предусмотрена возможность адаптивного управления параметрами отображения информационных моделей; реализована поддержка деятельности ЛПР по ограниченному набору алгоритмов решения задач управления.

Таким образом, вопросы адаптивного управления информационными моделями внешней среды и сложными динамическими системами с учетом сложившейся ситуации исследованы и представлены в литературе в недостаточном объеме и требуют проведения дальнейших исследований.

**Цель статьи.** Разработка метода адаптивного управления информационными моделями внешней среды и СДС на основе стратегии ситуационного управления с учетом решаемых ЛПР задач управления.

**Основная часть.** Предлагаемый метод адаптивного управления информационными моделями на основе стратегии ситуационного управления с учетом решаемых задач управления ЛПР включает в себя следующие этапы:

- 1) выделение характерных ситуаций функционирования СДС;
- 2) выделение для каждой ситуации множества задач управления,

решение которых требуется от ЛПР;

3) определение минимального набора информационных признаков, знание о значении которых позволит решать задачи управления СДС ЛПР в сложившейся ситуации;

4) определение степени информативности информационных признаков и их динамических свойств;

5) выработка рекомендаций по распределению информационных признаков между информационными моделями и средствами отображения.

При разработке метода адаптивного управления информационными моделями внешней среды и СДС будем считать:

1) задача автоматизированного распознавания ситуаций решена с использованием известных методов [6, 7];

2) методы обработки и представления информационных признаков о внешней среде и СДС известны и представлены в работах [3, 5];

3) деятельность ЛПР в различных ситуациях рассматривается в зависимости от определенной СДС и тех задач, которые решает ЛПР по управлению СДС в сложившейся ситуации;

4) минимальный набор информационных признаков, необходимых для решения определенных задач управления в сложившейся ситуации, известен и определяется на этапе анализа деятельности ЛПР по управлению СДС.

Рассмотрим содержание предлагаемого метода.

Выделение ситуаций, в соответствии с предложенным содержанием метода, предлагается осуществить исходя из следующих соображений: перечень ситуаций формируется исходя из тех задач, которые решает ЛПР для достижения заданного состояния системы в тех или иных условиях. В результате реализации данного этапа должно быть выделено  $N$  наиболее характерных ситуаций. Процесс автоматизации процедуры распознавания ситуаций в данной работе не рассматривается.

Из анализа деятельности ЛПР в условиях выделенных ситуаций определяется перечень задач управления, обеспечивающих приведение СДС в заданное целевое состояние. Пусть выделены  $N$  характерных ситуаций, имеющих принципиальное значение для решения задач управления ЛПР.

Проведенный анализ деятельности ЛПР по управлению СДС [1 – 4], позволит выделить множество задач управления  $M$ , характерных для каждой из  $n_i$  ситуации. Таким образом, можно определить множество отображений (морфизмов)  $\mu_k$  которые однозначно определяют перечень решаемых задач в зависимости от каждой из сложившихся ситуаций (1):

$$\mu_k : n_i \rightarrow m_1, m_2, \dots, m_n, \quad (1)$$

где  $m_j \in M, j = \overline{1, L}$ .

Полученный таким образом перечень задач оценки обстановки и управления СДС позволяет провести анализ процесса их решения и выделить минимальный набор информационных признаков  $p_i$ , необходимых для решения каждой задачи. Тогда, решение задачи оценки обстановки или задачи управления СДС можно представить функцией от значений соответствующих информационных признаков  $p_i$ , необходимых для решения данной задачи (2):

$$m_j = f_j(p_1, p_2, \dots, p_L). \quad (2)$$

Определение минимальных наборов информационных признаков для решения задач оценки ситуации и управления СДС позволяет провести расчет информационной значимости признака при решении задач оценки ситуации и управления СДС с использованием выражения (3):

$$z(p_i) = \frac{\sum_{j=1}^L p_i^j}{L}, \quad (3)$$

где  $z(p_i)$  – информационная значимость признака при решении задач управления;  $p_i$  –  $i$ -й информационный признак;  $j$  – номер решаемой задачи управления;  $L$  – количество решаемых задач управления;  $p_i^j$  – принимает значение 1, если информационный признак используется при решении  $j$ -й решаемой задачи, и принимает значение 0 в противном случае.

Используя выражение (3), возможно определить степень информативности (обобщенную значимость) признаков при решении задач управления для каждой из выделенных ситуаций.

С целью выявления требуемого времени обновления информации о значении информационных признаков для обеспечения ЛПР своевременной и достоверной информацией, во внешней среде и СДС с требуемой оперативностью можно провести оценку времени старения значений информационных признаков  $t_{\text{стар}}^{\text{Pr}}$ . Для большинства задач управления обоснована следующая классификация информационных признаков по времени их старения [1 – 4]:

- 1) группа статических информационных признаков;
- 2) группа незначительно меняющихся информационных признаков;
- 3) группа информационных признаков, требующих проведения нерегулярных расчетов или периодического уточнения информации;
- 4) группа высокодинамичных информационных признаков, требу-

ющих проведения расчетов или обновления информации в масштабе времени, близкого к реальному.

Временные границы для каждого из этих классов информационных признаков уточняются индивидуально при решении конкретных задач управления для соответствующих ситуаций.

Определение состава информационных признаков и степень старения информации позволяет выделить наборы информационных признаков с наименьшим временем старения информации и наибольшим значением степени информативности этих признаков для решения задач оценки обстановки и управления СДС. Такие информационные признаки будут являться признаками постоянного использования [1 – 3]. Поэтому они должны быть представлены на устройствах отображения информации таким образом, чтобы ЛПР затрачивал на поиск данной информации наименьшее количество времени.

Информационные признаки, обладающие малым временем старения информации и меньшей степенью информативности, должны быть представлены в составе информационных моделей обеспечивающих решение вспомогательных задач с учетом сложившейся ситуации. Переключение между такими элементами информационной модели должно осуществляться ЛПР.

Информационные признаки, обладающие большим временем старения информации и минимальными значениями степени информативности, должны быть представлены на дополнительных средствах отображения информации в составе информационных моделей поиска и уточнения необходимой информации (поисково-справочные системы) (рис. 2).



Рис. 2. Распределение информационных моделей между средствами отображения

**Выводы.** Повышение информационной нагрузки на ЛПР при реше-

нии задач оценки обстановки может приводить к принятию необоснованных и несвоевременных решений.

Разработанный метод адаптивного управления информационными моделями внешней среды и СДС, базирующийся на стратегии ситуационного управления, позволяет учесть при построении информационных моделей свойства ситуаций, сложившихся на данный момент времени, особенности задач управления СДС, решение которых необходимо в данных условиях обстановки, а также свойства информационных признаков, необходимых для решения таких задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации.* – М.: Машиностроение, 1975. – 398 с.
2. *Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.А. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта.* – К.: Наук. думка, 1993. – 184 с.
3. *Пятков Ю.П. Организация управления военно-техническими системами: Учебное пособие.* – Х.: ХВУ, 1997. – 205 с.
4. *Глебов Ю.В., Войтович С.А., Патракеев И.М. Математическое и программное обеспечение автоматизированных систем управления.* – Х.: ХВУ, 1998. – 238 с.
5. *Ярушек В.Е., Прохоров В.П., Судаков Б.Н., Мишин А.В. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления.* – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.
6. *Низиенко Б.И, Павленко М.А., Бердник П.Г. Метод формализации знаний, содержащих модальности для экспертных систем реального времени // Системы обработки информации.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 10 (38). – С. 117–125.
7. *Павленко М.А. Разработка процедуры многоэтапной формализации знаний для экспертных систем реального времени // Системы обработки информации.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 9 (37). – С. 124 – 133.

Поступила 22.10.2004

**НИЗИЕНКО Борис Иванович**, канд. техн. наук, доцент, начальник управления ОНИИ ВС. Область научных интересов – применение методов искусственного интеллекта в системах управления.

**ПАВЛЕНКО Максим Анатольевич**, адъюнкт Харьковского университета Воздушных Сил. Область научных интересов – применение методов искусственного интеллекта в системах управления.

**БЕРДНИК Полина Геннадьевна**, преподаватель ХНУ им. Каразина. Область научных интересов – математическое моделирование сложных систем.

**ШИЛО Сергей Георгиевич**, преподаватель кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. Область научных интересов – обработка и представление информации.