

УДК 658.5.011.56:359

Д.В. Кропотин

## РЕФЛЕКСИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АСУ ВМФ

*Кропотин Дмитрий Владимирович, окончил факультет радиоэлектроники ВМА им. Н.Г. Кузнецова. Преподаватель кафедры автоматизированных систем управления ВМА им. Н.Г. Кузнецова. Имеет статьи, учебник, учебные пособия в области теоретических основ автоматизации управления силами флота. E-mail: dvkropotin@mail.ru*

### Аннотация

В статье представлен материал по анализу существующих методов решения задач оптимизации управления. Описан подход построения рефлексивной модели процессов управления сложными системами, реализуемой в интеллектуальной искусственной системе поддержки принятия решений.

Автором приведен пример гибридной, многомодельной системы, ориентированной на решение определенных специфических задач. Показана общая архитектура рефлексивной модели подсистемы поддержки принятия решений (ПППР) в АСУ ВМФ, описана общая технология функционирования рефлексивной модели ПППР.

Статья предназначена для специалистов, занимающихся созданием прикладных интеллектуальных систем военного назначения, а также для специалистов, занимающихся вопросами автоматизации процессов управления силами флота.

### Abstract

The article gives some material on analysis of existing problem-solving procedures concerning control optimization. It describes an approach to creation of reflexive model of control processes for complex systems, which is implemented in intelligent artificial system of expert support system

The author cites an instance of hybrid, many-model system designed for solution of specific tasks. The article shows general architecture of reflexive model of expert support subsystem within Naval C2 System, describes general technology for implementation of reflexive model of expert support subsystem.

The article is intended for specialists engaged in creation of application intelligent systems of military purpose as well as specialists engaged in automation of fleet command and control processes.

Основным фактором, определяющим необходимость автоматизации процессов управления, является чрезвычайно сложная задача, поставленная перед должностными лицами и органами военного управления (ОВУ), - перерабатывать значительные объемы информации, необходимые для управления силами (войсками) в сложной, быстро меняющейся обстановке в сжатые сроки и с высоким качеством.

Сформулируем цели автоматизации процессов управления.

Основная цель - обеспечение максимальной реализации потенциальных возможностей сил (войск) в интересах достижения поставленных задач в заданные сроки на основе реализации своевременных и обоснованных решений, адекватных конкретным условиям обстановки.

Дополнительная цель - создание условий для максимальной реализации интеллекта командующих (командиров) всех командных инстанций при управлении силами (войсками) в ходе боевой и повседневной деятельности в условиях мирного времени, в угрожаемый период и в военное время за счет соответствующей информационной поддержки [2].

В последние десятилетия в связи с развитием и широким применением вычислительной техники для автоматизации управленческого труда получили развитие компьютерные системы поддержки принятия решений. Системами поддержки принятия решений являются человеко-машинные системы, которые позволяют лицу, принимающему решение, (ЛПР) использовать данные, знания, объективные и субъективные модели постановки, анализа и решения различных проблем.

В общем случае считается, что система поддержки принятия решений, запросив у ЛПР минимальные входные данные, позволяет ему правильно сформулировать проблему, изучить методы решения подобных проблем, предложить набор методов решения проблемы, оказать помощь в применении конкретного выбранного метода, в получении и оформлении окончательного решения. В подобных системах могут накапливаться знания опытных экспертов. В них по-новому могут решаться многокритериальные задачи путем быстрых многовариантных расчетов по результатам диалога человека и машины. Таким образом, область допустимых

решений формирует ЛПР, исходя из здравого смысла и учета множества факторов, в т.ч. и отсутствующих в модели. При этом ЭВМ находит «оптимальное» решение в этой области.

Системы поддержки принятия решений предназначены для формирования управляющих команд, удовлетворяющих условиям:

$$U^* = \arg \max \chi(i^*, t), \quad (1)$$

$$\chi = (0; 1),$$

где  $\chi$  - качество вырабатываемой управляющей команды;

$i^*$  - информационная обеспеченность при накладываемых ограничениях на время  $t$ .

Существуют следующие подходы к решению данной задачи:

- подходы, основанные на строгих или приближенных оптимизационных методах (прежде всего игровых, формализующих конфликтную ситуацию как дифференциальную или динамическую многошаговую игру);

- подходы, основанные на использовании методов искусственного интеллекта в виде алгоритмов формирования решений, построенных на основе обработки эвристических знаний.

Возможности практической реализации строгих игровых методов оптимизации управления существенно ограничены ввиду сложности математического описания объекта управления, необходимости принятия различного рода допущений и упрощений. С помощью этих методов возможно получить лишь частные решения, в которых законы управления приближаются к оптимальным в узком смысле выбранных критериев.

При использовании подходов, основанных на использовании методов искусственного интеллекта, нельзя получить оптимальное управление в буквальном смысле, можно лишь выбрать лучшее с точки зрения эксперта.

Следовательно, основная проблема в науке и технике сегодня - это разработка теории, математических методов и моделей для эффективного принятия решения в сложных системах. Сложность систем, их уникальность, отсутствие адекватного математического аппарата для создания моделей приводят к необходимости поиска новых направлений моделирования и синтеза [1].

Одним из таких направлений является рефлексивное моделирование процессов управления сложными системами, которое может быть реализовано в интеллектуальных искусственных системах поддержки принятия решений.

Для принятия решений обычно используют сложное сочетание математических, статистических, вычислительных, эвристических, экспериментальных методов и методов инженерии знаний (чаще всего экспертных систем). Комплексное использование указанных методов и средств обеспечивает ЛПР соответствующей поддержкой при принятии решений.

Когда речь идет о сложных системах, то можно утверждать, что в настоящее время существует единственный способ для построения модели сложной системы или модели ее части - имитационное моделирование. Все другие способы имеют достаточно узкие рамки применения и часто настолько упрощают описание сложной системы, что о получении с их помощью эффективной оценки функции пригодности решения речь уже не идет [1].

Для построения рефлексивной модели подсистемы поддержки принятия решений необходимо совместно использовать имитацию и различные методы принятия решений, т.е. использовать гибридные системы.

Под гибридной системой будем понимать систему, состоящую из нескольких систем различного типа, функционирование которых объединено единой целью [1].

Поэтому далее рассмотрим гибридную систему, использующую имитацию при принятии решений в реальном масштабе времени, оценку стратегий управления и прогнозирования.

Для эффективного решения задач рефлексивная модель ПППР в АСУ ВМФ должна иметь интеллектуальную надстройку, позволяющую заменить специалиста-разработчика. Необходимо решить проблемы, связанные с накоплением и использованием знаний, их пополнением, выводом новых знаний на основе имеющихся в системе, повышением эффективности моделирования. Получение, обобщение и хранение знаний от специалистов-разработчиков может быть проведено с высоким качеством при использовании экспертных систем (ЭС).

Сочетание ЭС с имитационной моделью позволяет получить качественно новую ступень в создании инструментальных средств. Если имитационная модель носит описательный характер, то модели, используемые в ЭС, имеют преобразовательный характер, отражая деятельность специалиста при проектировании. Поэтому задачи, решаемые традиционно на имитационной модели с помощью специалиста, могут решаться в ЭС без его участия.

Возможен ряд вариантов взаимодействия ЭС и системы моделирования. В частности, ЭС может играть роль интеллектуального интерфейса, позволяющего пользователю (ЛПР) выходить на имитационные модели и методы оптимизации. При этом гибридная система реализует функции не только интеллектуального интерфейса, но и интеллектуального вычислителя.

На рисунке 1 приведена структура гибридной системы, включающей в себя две имитационные модели (действий сил противника и наших сил) и ЭС, моделирующей принятие решений ЛПР. Здесь модели ориентированы на решение определенных специфических задач. При этом необходимо, чтобы эти модели можно было использовать совместно друг с другом, т.е. осуществлять некоторый

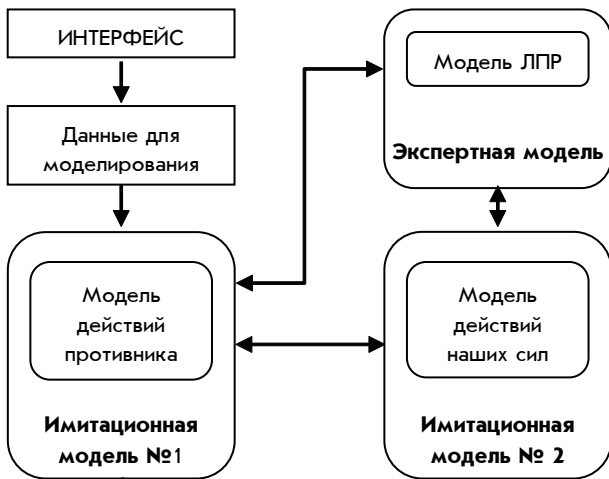


Рис. 1. Пример гибридной многомодельной системы

информационный обмен на уровне моделей. Для этого они должны использовать единый формат информационной среды, обмениваться знаниями и данными, допускать легкую настройку на конкретные условия, использовать результаты работы друг друга, допускать динамическую модификацию в процессе эксплуатации по мере накопления знаний и данных об исследуемом объекте. Такое взаимодействие моделей должно происходить в процессе принятия решений.

Многомодельная среда, создаваемая на основе комплексного использования имитационного моделирования, методов исследования операций, теории принятия решений и математической статистики, накладывается на структуру системы управления. Каждая отдельная система принятия решений должна обладать определенным объемом знаний и должна иметь доступ к общей информационной базе гибридной многомодельной системы, т. е. иметь возможность использовать эту информацию при принятии решений.

Важной особенностью перспективных рефлексивных моделей является возможность моделирования рефлексивных рассуждений. При рефлексивных рассуждениях ЛПР попеременно (рекурсивно) формирует рассуждения за себя и за противника, поочередно выступая в двух лицах. Глубина попеременных (рекурсивных) рефлексивных рассуждений характеризуется рангом рефлексии.

Общая архитектура рефлексивной модели ПППР в АСУ ВМФ показана на рисунке 2.

Опираясь на приведенную выше модель, опишем общую технологию функционирования рефлексивной модели ПППР. Она состоит из четырех этапов.

Предварительный этап включает, во-первых, формализацию ситуации — описание множества допустимых действий и целевых функций противоборствующих сторон, во-вторых, форма-

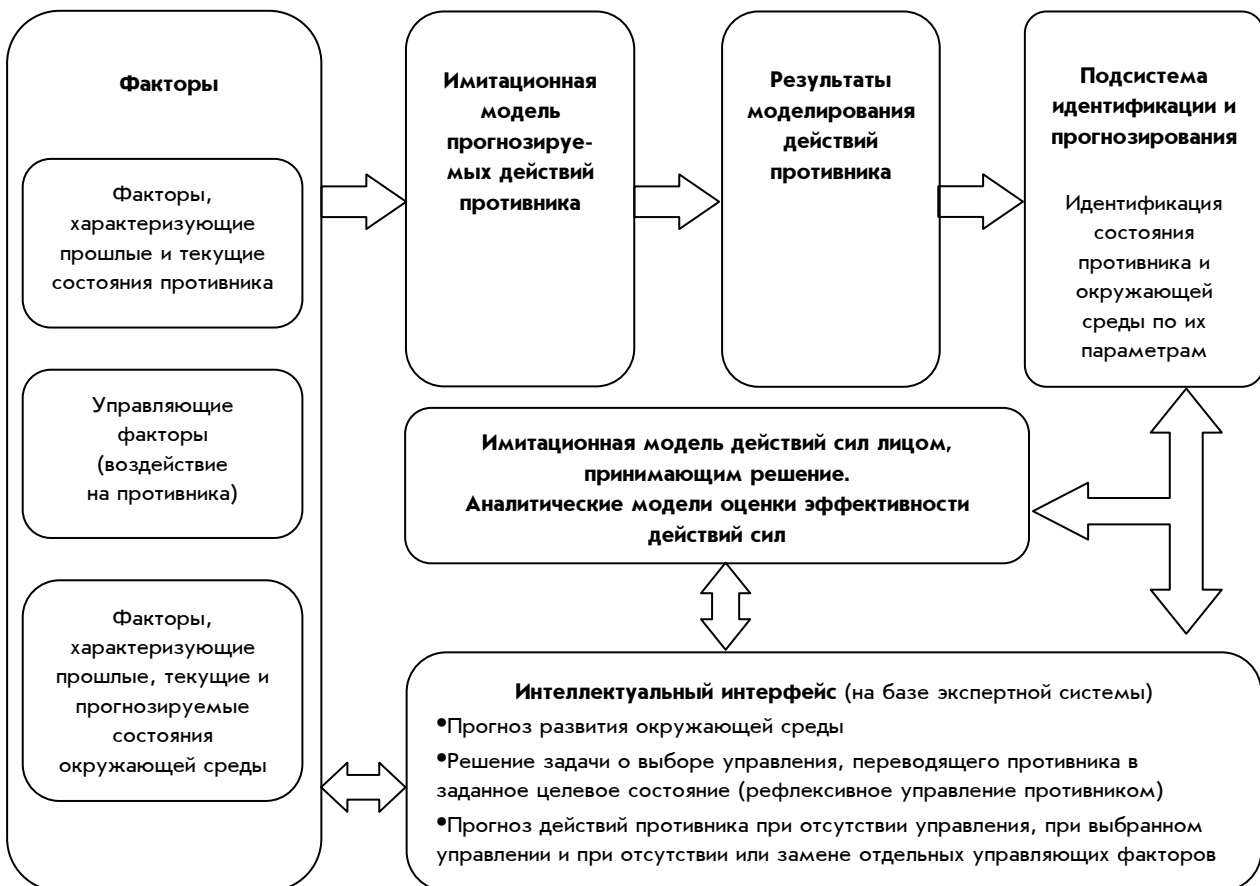


Рис. 2. Общая архитектура рефлексивной модели ПППР в АСУ ВМФ



лизацию неопределенности, присутствующей в ситуации.

На втором этапе производится моделирование действий противника с учетом факторов, характеризующих его прошлое и настоящее состояние.

Третий этап заключается в моделировании действий сил лицом, принимающим решение, априорной оценке эффективности конкретных, текущих или перспективных планов действий управляемых сил и средств по выполнению поставленной задачи.

На заключительном этапе решается собственно задача рефлексивного управления — определяются наилучшие для ЛПР управляющие воздействия, то есть такие воздействия, при которых результат действий противника является наиболее желательным для ЛПР.

Предлагаемый подход построения рефлексивной модели ПППР в АСУ ВМФ базируется на комплексировании математических и логико-

лингвистических моделей. Данный метод интеграции математических и эвристических моделей дает принципиально новую технологию построения моделей управления сложными системами.

Представляется, что использование предлагаемого подхода для формирования управляющих команд в условиях противоборства при дефиците полезной информации и времени позволит достичь поставленной цели.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. Соловьев И.В., Гекон В.В., Доценко С.М. и др./ Под ред. Куроедова В.И. Современные проблемы управления силами ВМФ: Теория и практика. Состояние и перспективы. - СПб.: Политехника, 2006.