

Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід

УДК 005.74:355.35

В.И. Ткаченко, Е.Б. Смирнов, В.Е. Нерубацкий

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ И АДАПТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Раскрываются понятие сложных открытых иерархических организационно-технических систем управления, а также концептуальные подходы к оценке их устойчивости и адаптивности.

Ключевые слова: система управления, устойчивость, адаптивность, неопределенность обстановки, принятие решений.

Введение

Постановка проблемы. Внедрение в практику управления вооруженными силами США программно-целевого метода стало уже историей. Общее мышление их генералов и офицеров при формировании замысла военных действий базируется на когнитивном формировании целей вооруженной борьбы. При этом созданное дерево целей является не только «скелетом» замысла, но и целевой функцией управления. Кроме того, создание дерева целей вооруженной борьбы [1, 11] является одним из способов формализации процессов подготовки и принятия решений, что в свою очередь позволяет создавать базу знаний с множеством вариантов замысла ведения вооруженной борьбы.

Но все это возможно только при использовании программно-целевого метода управления и современных информационных технологий. Система военного управления с такими возможностями требует и соответствующую структуру органов управления. В таком случае не очевидным может стать эффект при принятии решения о сокращении структур управления за счет внедрения современных технологий в систему военного управления.

При выборе и обосновании структур военного управления возникает проблема применения адекватного методологического аппарата, который позволит соединить объективность процессов, протекающих во внешней среде, с субъективными суждениями и выводами органов управления, принимающих свои решения по достижению главной цели вооруженной борьбы на поле боя.

Цель статьи. Конечно, в одной статье решить данную проблему невозможно, необходимо применение системного подхода в ее решении. Поэтому целью статьи является анализ некоторых концептуальных подходов в проведении оценки эффектив-

ности структур систем военного управления, что позволит по соответствующим критериям принять решение по выбору требуемой структуры управления.

Анализ литературы. Учитывая общий анализ систем управления [1, 3, 5, 9, 11], можно констатировать, что система военного управления представляет собой сложную открытую иерархическую организационно-техническую систему (СОИОТС). Анализ функционирования такой системы является еще более сложным процессом, но отдельные свойства системы можно описать с помощью модели исследования [2], приведенной на рис. 1.

Открытость системы учитывает ее способность воспринимать динамическую информацию из внешней среды. Иерархичность системы управления предусматривает наличие нескольких уровней управления (стратегический, оперативный и тактический), на каждом из которых находятся соответствующие органы управления (стратегического, оперативно-стратегического, оперативно-тактического, тактического уровня), разделяющие ответственность за решение задачи целеполагания и качественное выполнение поставленных перед системой взаимозависимых задач.

Организационная система управления представляется потому, что совокупность органов и объектов управления объединяется едиными целями функционирования. В ее структуре есть один – крайний снизу тактический уровень управления, с помощью которого органы управления имеют возможность проверить на практике эффективность принятых решений.

При этом используются, так называемые, активные исполнительные структуры (АИС) – человеко-машинные системы, функционирование которых приводит к изменению состояния всей системы в целом, в том числе и во внешней среде (опосредованное влияние на противника). На старших уровнях управления могут также использоваться человеко-машинные сис-

темы, например, сети электронных вычислительных машин, которые хотя и помогают получать информацию, анализировать ее и принимать решения, но не приводят к непосредственному изменению состояния системы в условиях влияния внешней среды.

Понятие сложности системы управления [7, 11]

относится к динамическим системам, которые имеют многоуровневый, многоэлементный характер, где функциональные органы управления с присущей им функцией принятия решений занимаются контролем качества выполнения поставленных задач подчиненными АИС.

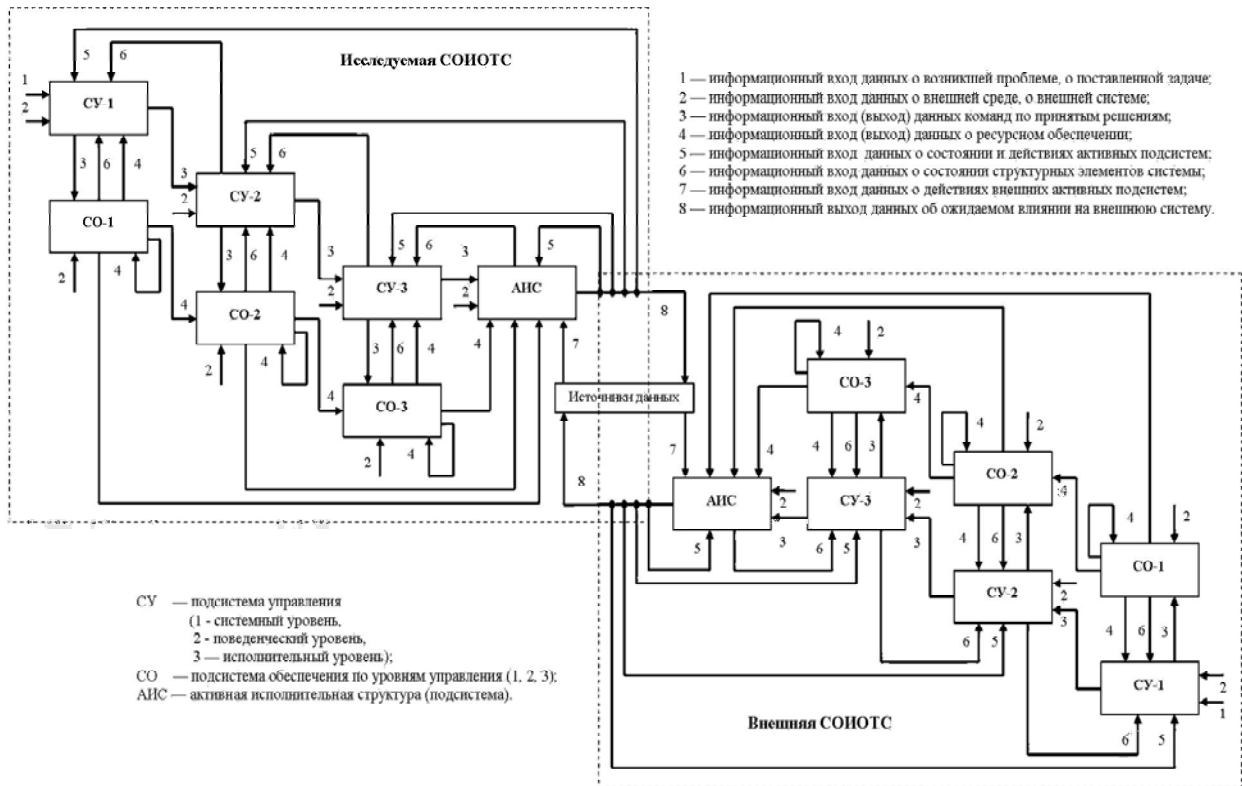


Рис. 1. Концептуальная модель исследования систем управления

Изложение основного материала

Итак, рассматривается организационная система, выполняющая задачи подготовки и принятия решений по организации вооруженной борьбы с противостоящей организационной системой противника (рис. 1).

В организационную систему входят: объекты управления, органы управления, расположенные в определенной структуре пунктов управления. Состояние объектов, пунктов и органов управления определяет состояние внутренней среды. Старший уровень управления для рассматриваемой системы, а также организационная система противника и состояние ее объектов, пунктов и органов управления определяет состояние внешней среды. Влиять на состояние внешней среды возможно только опосредованно, через определенные действия АИС (объектов управления внутренней среды).

Возмущающим воздействием для системы (от внешней среды) будут являться команды и распоряжения старшего уровня управления, требующие изменение состояния управляемой системы, а также действия противника, которые приводят к необхо-

димости уточнять ранее принятые решения и формировать команды по изменению состояния подчиненных объектов управления. В тоже время изменение состояния подчиненных объектов управления (состояние боевой готовности, положение в боевом порядке, смена вида действий и др.) также является возмущающим воздействием для органов управления, так как и в этом случае возникает необходимость в корректировке ранее принятых решений. Эти изменения происходят во внутренней среде, причем эти изменения могут косвенно привести к изменениям состояния внешней среды.

Поведение такой сложной организационной системы математическими выражениями описать сложно. Практически невозможно получить математическую зависимость результатов функционирования системы от входных воздействий. Важным является то, что оценка показателей функционирования элементов системы не приводит аддитивно к показателю эффективности всей системы (эффект синергетичности), а некоторые показатели системы могут отображать проявление таких ее свойств, которые вообще не присущи ни одному из элементов (эффект эмерджентности).

Поэтому сложность исследуемой системы приводит к необходимости первоначального использования обобщенных показателей эффективности функционирования системы. Тогда на первом этапе реагирования органами управления необходимо по обобщенному показателю получить сигнал об отклонении системы из равновесного состояния во всей полосе спектра возможных изменений, а на втором, сузив «полосу пропускания измерителя», найти содержательную причину входного возмущения с последующей подстройкой системы и приведения ее в равновесное состояние с новыми параметрами и структурой.

Равновесным состоянием является такое состояние организационной системы, в котором осуществляется нормальное функционирование органов управления и подчиненных объектов управления (реализуется способность органов управления своевременно принимать решения, а объектов управления – их реализовывать). Отклонение состояния системы от состояния, принятого в замысле в конкретный момент времени, фиксируется органами управления по значению степени неопределенности информации (обобщенный показатель), превышающего некоторый порог. Это вынуждает органы управления принимать (изменять) ранее принятые решения (что приводит к необходимости формирования требуемой информации). Принятие решения снижает неопределенность в системе, что и будет характеризовать ее состояние как равновесное.

Использовать для прогноза состояния системы вероятностную меру неопределенности можно только в пределах адекватности теории физике исследуемых процессов. Поэтому нецелесообразно применять вероятностную меру для оценки субъективных суждений. В качестве инструмента описания замысла функционирования системы и получения результатов прогноза состояния системы при реализации принятых решений целесообразно использовать комбинированную модель. В состав ее входят [6, 11]: имитационная модель формирования динамики замысла действий противоборствующих сторон, экспертные логические модели, аналитико-стохастические модели, используемые в соответствующих областях переменных, где результаты их прогноза считаются более адекватными.

Прогноз результатов обнаружения воздушных целей средствами радиолокации, поражения воздушных целей огневыми средствами целесообразно осуществлять методами аналитико-стохастического моделирования, модели экспертного оценивания хорошо описываются конкретными алгоритмами с использованием баз знаний.

Соответствие состояния системы требуемому (определяется замыслом вооруженной борьбы) для органов управления лучше характеризовать степенью неопределенности состояния обстановки. Состояние неопределенности обстановки можно опи-

сывать нечеткими множествами, элементами которых для различных уровней управления и различных типов объектов могут быть объективные показатели: оценка готовности органов и объектов управления к выполнению определенных функций, поставленных задач; оценка состояния объектов обороны; соответствие реализуемой и поставленной цели; степень достижения поставленной цели; степень соответствия ожидаемому реальному направлению удара противника; степень соответствия количественных характеристик реального удара противника принятому в замысле и многое другое.

В целом нечеткое множество включает формализованные суждения органов управления об оценке состояния обстановки, при этом элементы множества со своей функцией принадлежности должны учитывать степень влияния элементов на формирование общей оценки, а также принадлежать одной предметной области, что в конечном итоге и будет характеризовать степень неопределенности суждения.

В качестве меры суждения о степени неопределенности можно использовать нечеткую меру [4, 8]. Нечеткая мера неопределенности характеризует степень неопределенности состояния обстановки или недостаточность информации для управления. И то и другое требует организации поиска информации и принятия соответствующего решения по снижению возникшей неопределенности. Чем выше нечеткая мера, тем больше уверенности в суждении, которые формирует командир. Поэтому резкое уменьшение значения нечеткой меры неопределенности состояния системы можно использовать как отклонение, характеризующее наличие в системе возмущающего воздействия, «сигнализирующее» органам управления о необходимости вмешательства и принятия (уточнения) ранее принятых решений.

Нечеткая мера имеет свои особенности – модальности, которые целесообразно использовать для принятия решений. Модальности нечеткой меры имеют вид меры возможности, меры правдоподобности, меры уверенности и меры необходимости, которые можно рассчитать, применяя методы, предложенные в литературе [4].

Для сравнения различных структур систем управления необходимо использовать характерные свойства системы, в первую очередь ее устойчивость к воздействиям, а также ее адаптивность к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды.

Понятие устойчивости системы управления предлагается разделять на функциональную и оперативную устойчивость.

Функциональная устойчивость организационной системы – это свойство системы сохранять способность органов управления выполнять свои функции, в первую очередь, функцию по подготовке и принятию решений в динамически меняющихся условиях обстановки. При этом самым сложным состоянием обстановки (как частный случай) будет

наложение друг на друга по времени внешних и внутренних возмущающих воздействий, что не должно приводить к пропуску выполнения необходимых задач или к несвоевременности принятия требуемых решений. Все объекты управления в определенном объеме должны получать не только нужную информацию, но и рациональные команды, а их эффективность функционирования должна обеспечивать достижение поставленных целей.

Система управления считается функционально неустойчивой, если по результатам моделирования на определенных уровнях система управления перестает реализовывать свои функции в полном объеме. Критериальная оценка устойчивости системы управления может описываться превышением числа пропущенных функций (отсутствия реакции органов управления на возмущающее воздействие) некоторого предельного значения.

Во временной области рассматривается оперативная устойчивость организационной системы, как свойство системы сохранять способность органов управления своевременно готовить и принимать рациональные решения в динамически меняющихся условиях обстановки. При этом самым сложным состоянием обстановки (как частный случай) будет наложение друг на друга по времени внешних и внутренних возмущающих воздействий, что не должно приводить к задержке принятия решений ни одним из созданных в структуре органов управления.

Система управления становится оперативно неустойчивой, если по результатам моделирования на определенных уровнях среднее время реакции органов управления на отработку внешних и внутренних возмущающих воздействий превысило некоторое предельное значение.

В границах устойчивости организационных систем необходимо выделить понятие адаптивности систем к влиянию внешних и внутренних возмущающих воздействий, которое характеризует способность системы управления приспосабливать свою структуру или некоторые ее параметры к изменениям внутренней и внешней среды. Количество возмущений в единицу времени или цикл поступления возмущений на вход системы управления являются теми показателями, которые будут определять границы адаптивности системы.

В тоже время количественные значения границ устойчивости системы управления характеризуют и область определения свойства адаптивности, т.е. при потере устойчивости система управления теряет и свойство адаптивности.

Выводы

Для оценки эффективности различных вариантов структур органов управления целесообразно применять комбинированные модели, основу которых составляют имитационные, аналитико-стохастические и экспертные модели с применением баз знаний.

Для определения момента вмешательства органов управления в процесс функционирования системы целесообразно использовать меру неопределенности обстановки. В качестве основного показателя неопределенности предлагается использовать нечеткую меру, получаемую как результат анализа нечетких множеств, которые описывают состояние внутренней и внешней среды. Изменения нечеткой меры неопределенности обстановки во времени связаны с проявлениями возмущающих воздействий.

По количеству необработанных органами управления возмущающих воздействий предлагается оценивать функциональную устойчивость системы управления, при условии, что значения показателей эффективности действий подсистем на тактическом уровне соответствуют требуемым. По времени приведения системы управления в равновесное состояние (время, при котором нечеткая мера после падения восстанавливает заданное значение) можно судить об оперативной устойчивости системы управления.

Задавая различную интенсивность входных воздействий и их продолжительность можно получить соответствующие значения показателей адаптивности системы к возмущающим воздействиям.

Учитывая, что работа с нечеткими множествами, описываемых состояние систем, уже нашла свое практическое решение [4, 8, 10, 11], предложенные концептуальные подходы позволят проводить сравнительную характеристику структур органов управления и выбирать по значениям показателей эффективности из множества предложенных вариантов рациональный.

Список литературы

1. Алтухов П.К. Основы теории управления войсками / П.К. Алтухов, И.А. Афонский, А.Е. Татарченко [под ред. П.К. Алтухова]. – М.: Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Анализ структуры системы военного управления для совершенствования модели принятия решений / В.И. Ткаченко, А.С. Корняков, С.Б. Смирнов // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУ ПС, 2011. – Вип. 2(28). – С. 2-6.
3. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории систем / П.К. Анохин. – М.: Ун-т дружбы народов им. П. Лумумбы, 1971. – 40 с.
4. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В.П. Бочарников. – СПб.: Наука, РАН, 2001. – 328 с.
5. Мильнер Б.З. Теория организации: учебник / Б.З. Мильнер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 480 с. – (Серия "Высшее образование").
6. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, С.Б. Смірнов та ін. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
7. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдеевский и др. [в пер.] – Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1998. – 328 с.
8. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под. ред. Д.А. Поспелова. – (Проблемы искусственного интеллекта). – М.: Наука. Гл. ред физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.

9. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

10. Смирнов Є.Б. Метод адаптивної нечіткої кластеризації даних динамічної оперативної (бойової) обстановки / Є.Б. Смирнов // Системи управління, навігації і зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2011. – Вип. 1 (17). – С. 120-123.

11. Теорія прийняття рішень органами військового управління: моногр. Міністерство оборони України /

В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смирнов, А.В. Тристан та ін.; за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смирнова. – Х.: ХУ ПС, 2008. – 545 с.

Поступила в редколлегию 11.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Воздушних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ І АДАПТИВНОСТІ СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

В.І. Ткаченко, Є.Б. Смирнов, В.Є. Нерубацький

Розкриваються поняття складних відкритих ієрархічних організаційно-технічних систем управління, а також концептуальні підходи до оцінки їх стійкості і адаптивності.

Ключові слова: система управління, стійкість, адаптивність, невизначеність обстановки, ухвалення рішень.

CONCEPTUAL GOING NEAR ESTIMATION OF STABILITY AND ADAPTIVENESS OF DIFFICULT ORGANIZATIONAL CONTROL THE SYSTEM

V.I. Tkachenko, Ye.B. Smirnov, V.E. Nerubackiy

Open up concept of the difficult open hierarchical organizationally-technical systems of management, and also conceptual going near the estimation of their stability and adaptiveness.

Keywords: control the system, stability, adaptiveness, vagueness of situation, making a decision.