

УДК 004.825

М.И. Литвиненко

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

## ЗАДАЧА ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКОЙ

*Управление боевой подготовкой войск сложный и многогранный процесс, включающий в область своих интересов большое количество разнообразных факторов. С целью создания интеллектуальных систем управления боевой подготовкой предлагается на основе формального языка категорий один из возможных способов формализации процессов управления боевой подготовкой. Использование такого подхода позволит использовать при планировании боевой подготовки не только требования руководящих документов, но и опыт, знания особенности подготовки специалистов различного профиля. Использование языка категорий позволяет создать гибкий, и достаточно универсальный, инструмент формализации процессов управления боевой подготовкой.*

**Ключевые слова:** формализация, учебный процесс, логика категорий, формальный язык, управление, формальная теория.

### Введение

Боевая подготовка (БП) в войсках является одной из главных составляющих высокой боеготовности Вооруженных сил Украины и безопасности Государства в целом. Поэтому ее проведению и повышению качества боевой выучки личного состава в войсках уделяется значительное внимание [1].

Боевая подготовка является сложным и многообразным процессом. Ее сложность и многообразие обуславливается многими факторами. К основным из них можно отнести следующие. Во-первых, личный состав отличается различным уровнем военного образования. Офицеры, как правило, имеют высшее военное образование, а прапорщики, сержанты и рядовые – среднее. Во-вторых, обслуживание и

умение применять сложную военную технику предполагает большое количество специальностей, которые в значительной мере отличаются характером деятельности личного состава. Кроме того, деятельность командного и инженерного состава значительно отличаются друг от друга.

Разработка новых видов вооружения, военной техники и тактики его применения, постоянное совершенствование воздушных средств нападения и способов их применения, предполагает постоянное совершенствование знаний, умений и навыков всего личного состава. Для этой цели организована система боевой подготовки, направленная на поддержание в постоянной боевой готовности войск, которая является основной составляющей деятельности войск в мирное время.

**Постановка задачи и цель статьи.** Таким образом, решение задач, способствующих повышению качества и эффективности управления боевой подготовкой является важным и актуальным направлением в совершенствовании управления войсками в целом. В теории управления войсками [2] отмечается, что одним из основных путей совершенствования системы управления войсками является ее автоматизация.

В настоящее время развернута большая работа по автоматизации управления боевыми действиями соединений, частей и подразделений Воздушных Сил (ВС). Однако, такой важной составляющей, как автоматизация управления боевой подготовкой уделяется недостаточно внимания. На уровне штаба ВС, штабов воздушных командований автоматизировано решаются лишь частные задачи: составление планов боевой подготовки, учет и хранение результатов тренировок и боевых стрельб и др.

Причина этому кроется в сложности процессов познания военной техники, индивидуальных особенностях каждого офицера, прапорщика, сержанта и рядового, многогранностью отношений между участниками процессов боевой подготовки и их взаимодействием с вооружением и военной техникой.

Одной из важнейших составляющих автоматизации процессов управления является представление этих процессов в формальном виде.

Описание исследуемых процессов с использованием формальных языков позволит представить его элементы и связи в виде моделей, которые в дальнейшем могут быть использованы при построении интеллектуальных систем управления боевой подготовкой (ИСУ БП). Интеллектуальные системы управления предполагают наличие распределенных баз знаний (БЗ) со сложной иерархической структурой и возможностью манипулирования знаниями, как на каждом уровне иерархии, так и между ее уровнями. На верхний уровень иерархии БЗ, как правило, помещают знания в виде моделей, соответствующих общим закономерностям, происходящим в управляемом процессе. На нижних уровнях иерархии БЗ помещают модели, соответствующие конкретным процессам и их элементам. Такой подход к построению БЗ, в какой то мере имитирует феноменологические способности человека к обобщению и детализации суждений о рассматриваемых им процессах и явлениях.

## Основная часть

Выбор математического аппарата формализации для представления знаний о предметной области в БЗ является сложной и творческой задачей, решение которой предполагает глубокие знания исследователем, как современного математического аппарата, так и предметной области.

На рис. 1 показана схема, которая ставит в соответствие математический аппарат различного

уровня абстракции основным уровням иерархии распределенной базы знаний ИСУ БП.

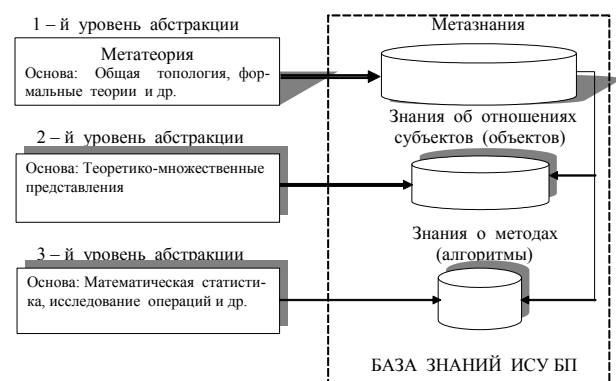


Рис. 1. Схема соответствия форм познания сложной системы (уровни абстракции), уровням иерархии их представления в базе знаний интеллектуальной системы

К сожалению, исследователи и разработчики математического и программного обеспечения для решения задач управления организационными системами (органы управления, штабы всех уровней иерархии) используют чаще всего только третий уровень познания сложных систем. Абстрагирование на более высоких уровнях иерархии управления требует от исследователей специальных знаний.

Наибольшие трудности возникают при формализации обобщенных процессов и явлений. Для формального представления процессов управления боевой подготовкой воспользуемся языком теории категорий и функторов, который является одним из приложений общей топологии. Основными понятиями языка теории категорий являются понятия – «категория» и «функтор». В работах [3, 4] понятие **категория** определяют как класс объектов  $Ob(\mathfrak{A})$  вместе с классом морфизмов  $Mor(\mathfrak{A})$  и законом композиции  $\mu$ , если выполняются следующие аксиомы:

1. Ассоциативность закона композиции: для  $f \in Mor(X, Y)$ ,  $g \in Mor(Y, Z)$ ,  $h \in Mor(Z, T)$  имеет место  $h \circ (g \circ f) = (h \circ g) \circ f$ ;

2. Существование единицы: для каждого  $X \in Ob(\mathfrak{A})$  существует морфизм  $1_X \in Mor(X, X)$ , называемый тождественным или единичным морфизмом объекта  $X$ , такой, что для любых  $f \in Mor(X, Y)$  и  $g \in Mor(Z, X)$  имеет место  $f \circ 1_X = f$ ,  $1_X \circ g = g$ .

Категория, в соответствии с данным определением является обобщением понятия «множество». Она обладает принципиально новыми свойствами.

В тех же работах [3,4] на более высокую ступень обобщения ставится и понятие функции или отображение одного множества в другое. Здесь вводятся понятия ковариантных и контравариантных функторов.

**Ковариантным функтором**  $F$  из категории  $\mathfrak{A}_1$  в категорию  $\mathfrak{A}_2$  называется правило, сопоставляющее каждому объекту  $X$  из  $Ob(\mathfrak{A}_1)$  некоторый (вполне определенный) объект  $F(X)$  из  $Ob(\mathfrak{A}_2)$ , и каждому морфизму  $f$  из  $Mor_{\mathfrak{A}_1}(X, Y)$  – некоторый (вполне определенный) морфизм  $F(f)$  из  $Mor_{\mathfrak{A}_2}(F(X), F(Y))$  и притом так, что выполняются аксиомы:

$$\Phi.1. F(1_x) = 1_{F(x)} \forall X \in Ob(\mathfrak{A}_1);$$

$\Phi.2.$  для произвольных двух морфизмов  $f : X \rightarrow Y$  и  $g : Y \rightarrow Z$  категории  $\mathfrak{A}_1$

$$F(g \circ f) = F(g) \circ F(f).$$

Двойственным образом определяется **контравариантный функтор**, т.е. определяющие контравариантный функтор аксиомы аналогичны аксиомам ковариантного функтора за исключением формулы  $\mathfrak{A}_1 F(g \circ f) = F(g) \circ F(f)$ , которая принимает вид  $\mathfrak{A}_1 F(g \circ f) = F(f) \circ F(g)$ , что соответствует изменению начала и конца морфизмов на противоположные (изменение направления стрелок в коммутативной диаграмме). В настоящее время управление боевой подготовкой в ВС осуществляется посредством служебных военных документов (СВД), к которым относятся: приказы, директивы, организационно-методические указания, планы, инструкции и др. Заметим, что процесс управления БП осуществляется непрерывно. Поэтому в органах управления (штабах всех уровней иерархии) значительное время выделяется на подготовку СВД.

Исследуем процесс принятия решений штабом по управлению БП и сравним с процессом принятия решений, принятым в теории принятия решений.

Известно [5], что процесс принятия решений состоит из нескольких этапов: постановка задачи, формирование и выбор решения, реализация решения и анализ его последствий. Этот процесс в теории принятия решений идеализируется и рассматривается с точки зрения лица, принимающего решение.

Процессу управления, посредством СВД характерны такие же этапы. Однако, выработка решения органом управления имеет специфические особенности. Например, этапу формирования решения характерна большая аналитическая работа группы офицеров, ответственных за подготовку проекта документа. На этом этапе анализируется большое количество исходных данных, отдельные вопросы согласуются с ответственными исполнителями, производится проверка на непротиворечие другим приказам, директивам и т.д. Ответственность за качество проекта СВД по вопросам боевой подготовке в штабе любого ранга возлагается на начальника штаба.

Этап выбора решения соответствует утверждению командиром СВД, содержание которого становится руководством к действию соответствующих должностных лиц. С точки зрения формализации,

командир утверждает отношения и морфизмы между элементами процесса БП. Под элементами процесса БП будем понимать: конкретных должностных лиц; вооружение и военную технику; технические средства обучения и тренировки; учебную и методическую литературу и другие средства, используемые в процессе боевой подготовки.

Особенностью этапа реализации решения органа управления заключается в том, что оно реализуется как в самом органе управления (организация всех видов подготовки офицеров штаба), так и в соответствующих нижестоящих организационных структурах ВС. Специфической особенностью этапа анализа последствий принятого решения является многоступенчатость этого процесса. Результаты БП анализируются и обобщаются на всех уровнях иерархии органов управления, и не только в штабах, но и в подразделениях ВС. Результаты анализа и обобщений служат исходными данными для формирования очередного решения и составления СВД по управлению БП в ВС. Таким образом, анализ процесса управления БП посредством СВД показывает, что этот процесс сложный, многоступенчатый, в котором участвуют (принимают решение) органы управления различных уровней. Помимо этого, процесс управления носит комбинированный характер. С одной стороны, соблюдается принцип единоначалия (командиры утверждают СВД), с другой, в процессе подготовки проекта решения, а также анализа результатов принятого решения, участвует значительное количество ответственных исполнителей органов управления.

Сформулируем задачу формализации процесса управления БП, используя понятия языка теории категорий, иллюстрируя ее рис. 2.

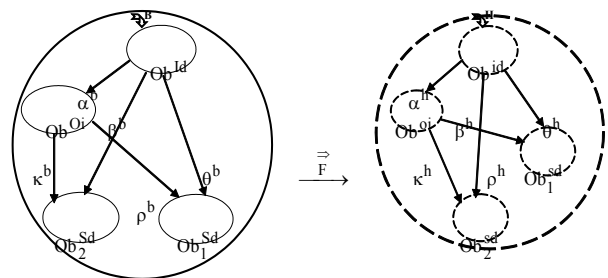


Рис. 2. Фрагмент категорного представление процессов управления БП

Вышестоящий и нижестоящий орган управления ВС, представим категориями  $\mathfrak{A}^B$ , и  $\mathfrak{A}^H$  соответственно. Управление (отделы) категорий  $\mathfrak{A}^B$ ,  $\mathfrak{A}^H$ , обеспечивающие организацию и управление БП обозначим  $Ob^{O1}(\mathfrak{A}^B)$  и  $Ob^{O1}(\mathfrak{A}^H)$  соответственно.

Множество источников, необходимых для создания СВД (входящие документы): приказы; директивы; организационно-методические указания; оценки по БП, полученные подразделениями за предыдущий период обучения и т.д. обозначим  $Ob^{Id}(\mathfrak{A}^B)$  и  $Ob^{Id}(\mathfrak{A}^H)$ .

Пусть  $Ob_1^{Sd}(\mathfrak{A}^B)$  и  $Ob_1^{Sd}(\mathfrak{A}^H)$  – обозначают множества служебных (исходящих) документов, предназначенных для управления БП.

Обозначим также множества служебных документов, обеспечивающие организацию и управление процессами БП внутри органов управления (планы командирской подготовки, оперативно-тактической подготовки, штабных тренировок и т.д.) символами  $Ob_2^{Sd}(\mathfrak{A}^B)$  и  $Ob_2^{Sd}(\mathfrak{A}^H)$ . Связи между введенными объектами внутри категорий устанавливаются приведенными ниже морфизмами.

$$\kappa^b \in \text{Mor}(Ob^{Oi}, Ob_2^{Sd}),$$

$$\beta^b \in \text{Mor}(Ob^{Id}, Ob_2^{Sd}), \theta^b \in \text{Mor}(Ob^{Id}, Ob_1^{Sd})$$

$$\alpha^b \in \text{Mor}(Ob^{Oi}, Ob^{Id}),$$

$$\rho^b \in \text{Mor}(Ob^{Oi}, Ob_1^{Sd})$$

– морфизмы между элементами объектов категории  $\mathfrak{A}^B$ ;

$\kappa^h, \beta^h, \theta^h, \alpha^h, \rho^h$  – морфизмы категории  $\mathfrak{A}^H$ , аналогичные морфизмам категории  $\mathfrak{A}^B$  (см. рис. 2);

$\overset{\Rightarrow}{F}$  – ковариантный функтор, ставящий в соответствие элементам  $Ob(\mathfrak{A}^B)$  и морфизмам  $\text{Mor}(\mathfrak{A}^B)$  категории  $\mathfrak{A}^B$ , элементам  $Ob(\mathfrak{A}^H)$  и морфизмам  $\text{Mor}(\mathfrak{A}^H)$  категории  $\mathfrak{A}^H$ .

Тогда, коротко можно записать:

$$Ob(\mathfrak{A}^B) \xrightarrow{\overset{\Rightarrow}{F}} Ob(\mathfrak{A}^H).$$

Учитывая вторую категорную аксиому, о существовании единичного морфизма между любыми объектами категорий, и тот факт, что  $Ob^{Oi}(\mathfrak{A}^B) \succ Ob^{Oi}(\mathfrak{A}^H)$ , где символом « $\succ$ » обозначено отношение подчинения, можно утверждать, что ковариантный функтор  $\overset{\Rightarrow}{F}$  ставит в соответствие  $Ob^{Oi}(\mathfrak{A}^B)$  и  $Ob^{Oi}(\mathfrak{A}^H)$  посредством взаимно-однозначного отображения элементов  $(\mu: Ob_1^{Sd} \rightarrow Ob^{Id}) \in \overset{\Rightarrow}{F}$  соответствующих категорий.

## ЗАВДАННЯ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ БОЙОВОЮ ПІДГОТОВКОЮ

М.І. Літвіненко

*Управління бойовою підготовкою військ складний і багатогранний процес, що включає в область своїх інтересів велику кількість різноманітних чинників. З метою створення інтелектуальних систем управління бойовою підготовкою пропонується на основі формальної мови категорій один з можливих способів формалізації процесів управління бойовою підготовкою. Використання такого підходу дозволить використовувати при плануванні бойової підготовки не тільки вимоги керівних документів, але і досвід, знання особливості підготовки фахівців різного профілю. Використання мови категорій дозволяє створити гнучкий, і достатньо універсальний, інструмент формалізації процесів управління бойовою підготовкою.*

**Ключові слова:** формалізація, навчальний процес, логіка категорій, формальна мова, управління, формальна теорія.

## TASK OF FORMALIZATION OF PROCESSES OF MANAGEMENT COMBAT TRAINING

M.I. Litvinenko

*A management the combat training of troops is a difficult and many-sided process, plugging plenty of various factors in the area of the interests. With the purpose of creation of intellectual control the system combat training offered on the basis of formal language of categories one of possible methods of formalization of processes of management the combat training. The use of such approach will allow to use for planning of the combat training not only the requirements of leading documents but also experience, knowledges of feature of preparation of specialists of different type. The use of language of categories allows to create flexible, and universal enough, instrument of formalization of processes of management the combat training.*

**Keywords:** formalization, educational process, logic of categories, formal language, management, formal theory.

Другими словами, СВД по управленню БП, подготовленные вышестоящим органом управления, ставят в строгое соответствие объекты нижестоящего органа управления. Слово сочетание «строгое соответствие» будем понимать, как директивное отношение, т.е. отношения, которые должны приводить к вполне определенным действиям.

## Выводы

Таким образом, на высшем уровне абстракции (см. рис. 1) сформулирована задача формализации процессов в двухступенчатой системе управления БП, которая основывается на использовании формального языка теории категорий.

Аналогичным способом могут быть формализованы многоступенчатые системы управления БП. Реализация поставленной задачи требует, в свою очередь, решения задач менее низкого уровня абстракции: создания электронной библиотеки, содержащей описание объектов каждой категории и морфизмов между ними, а также разработки аксиоматического описания процессов БП. Решение указанных задач позволит создать высший уровень иерархии баз знаний интеллектуальной системы управления боевой подготовкой в ВС.

## Список литературы

1. Основы теории управления войсками / П.К. Алтухов, И.А. Афонский, И.В. Рыболовский, А.Е. Татарченко / Под ред. П.К. Алтухова. – М.: Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Александрян Р.А. Общая топология / Р.А. Александрян, Э.А. Мирзахонян. – М.: Высш. школа, 1979. – 336 с.
3. Введение в топологию / Ю.Г. Борисович, Н.М. Близняков, Я.А. Израилевич, Т.Н. Фоменко: Учеб. пос. – М.: Наука. Физматлит, 1995. – 416 с.
4. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, Б.Н. Судаков, А.В. Мишин. – Х.: ХВУ, 1993, – 356 с.

Поступила в редколлегию 1.12.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Рубан, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.