

УДК 004.825

Х.В. Раковський<sup>1</sup>, К.О. Метешкін<sup>1</sup>, М.А. Павленко<sup>2</sup><sup>1</sup>Міжнародний Слов'янський університет, Харків<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

## ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКОЮ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ

Управління бойовою підготовкою військ складний і багатогранний процес, що включає в область своїх інтересів велику кількість різноманітних факторів. 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 застосовувати при плануванні бойової підготовки не тільки вимоги керівних документів, але й досвід, знання особливості підготовки фахівців різного профілю. Розглянуті особливості формалізації процесів управління підготовкою військ виходячи з багаторівневої системи управління даним процесом. Використання мови категорій дозволяє створити гнучкий, і досить універсальний, інструмент формалізації процесів управління бойовою підготовкою.

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

### Вступ

Сучасний етап розвитку Збройних Сил України та Повітряних Сил (ПС) зокрема, характеризується безупинним процесом удосконалювання систем управління військами та зброєю. Основу якісного поліпшення систем управління ПС в даний час складають нові інформаційні технології, впровадження яких у процес управління дозволяє істотно підвищити їх ефективність. Удосконалювання системи управління ПС проходить за декількома основними напрямками. Одним з напрямків є створення високоефективної автоматизованої системи бойового управління ПС. Іншим, не менш важливим напрямком є автоматизація управління повсякденною діяльністю ПС, однією з основних складових якої є підготовка ПС.

Відомо, що підготовка особового складу і ПС в цілому – це багатогранний, багатоплановий процес, у якому беруть участь велика кількість військовослужбовців різних категорій. Ефективне управління таким процесом є складною задачею, яку можна умовно розділити на ряд підзадач, наприклад: доведення наказів, директив і розпоряджень до виконавців; розробка планів оперативної, тактичної та бойової підготовки; збір, обробку та збереження даних про хід підготовки ПС; оцінювання особового складу ПС за підсумками бойової підготовки; планування усіх виглядів тренувань та ін.

**Постановка задачі та цілі статті.** В даний час окремі фрагменти перерахованих вище підзадач вирішуються офіцерами штабів з використанням ПЕОМ. Однак, автоматизація управління підготовкою ПС припускає комплексне вирішення поставленої задачі. Необхідною, але не достатньою умовою

автоматизації управління підготовкою ПС є оснащення штабів усіх рівнів ієрархії сучасними обчислювальними засобами, які можуть бути підключені до корпоративних обчислювальних мереж військового призначення. Розробка математичного та програмного забезпечення, здатного вирішувати всю сукупність перерахованих підзадач, дозволить реально автоматизувати процес управління підготовкою ПС.

### Основна частина

Особливе місце в підготовці особового складу займають вищі військові навчальні заклади, які знаходяться в загальній структурі системи підготовки ПС. Багато випускників вищих військових навчальних закладів у військах самі стають організаторами та керівниками усіх виглядів підготовки особового складу. Тому, організація на базі ВВНЗ центрів методичної підтримки усіх видів підготовки ПС є актуальною задачею. Необхідність створення таких центрів обумовлюється можливістю використання величезного інтелектуального потенціалу ВВНЗ з метою підготовки ПС до застосування. Сучасні інформаційні технології дозволяють створювати відповідні інтелектуальні системи, у яких можуть накопичуватися методичні знання викладачів ВВНЗ для використання їх при підготовці офіцерів до різних видів занять у військах. Сутність створення таких систем викладена в роботі [1].

Скористаємося результатами досліджень в області системології [2] та запропонуємо варіант організаційно-технічної структури автоматизованої системи управління підготовкою ПС, функціональний аспект якої ілюструється рис. 1.

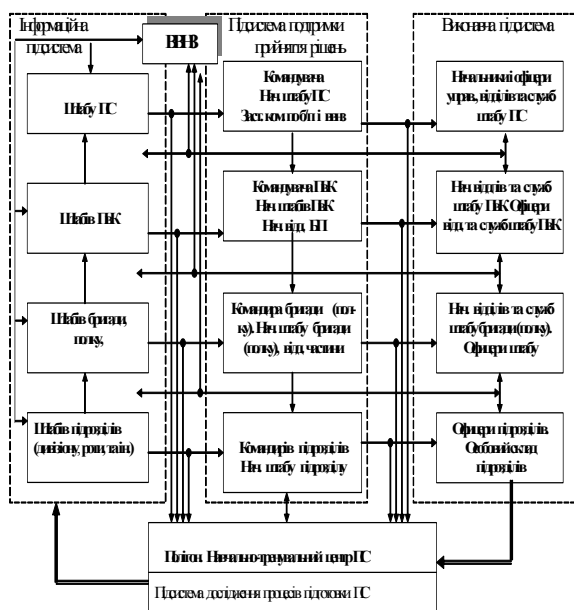


Рис. 1. Організаційно-технічна структура автоматизованої системи управління підготовки ПС (функціональний аспект)

На рис. 1 не показані структури автоматизованих систем управління ВВНЗ, що можуть мати аналогічну форму, яка включає відповідні інтелектуальні системи (інформаційно-методичні системи), а також зв'язок з апаратно-програмними комплексами, який забезпечує тренування особового складу та підрозділів в навчально-тренувальному центрі ПС.

З рис. 1 видно, що пропонується система складається з чотирьох підсистем, у якій передбачено зворотний зв'язок. Роль зворотного зв'язку грає підсистема дослідження процесів підготовки ПС. В даний час функції дослідників процесів підготовки ПС виконують офіцери штабів, відповідальні за підготовку особового складу підрозділів, частин, з'єднань ПС. На жаль, вони не повною мірою володіють методами математичного моделювання та статистичної обробки результатів тренувань і даних про ступінь підготовки ПС в цілому. Дослідження процесів підготовки зводиться до простого узагальнення результатів і видачі їх в узагальненому вигляді вищестоящому командуванню.

На наш погляд, запропонована структура автоматизованої системи управління підготовкою ПС дозволить вирішувати і більш складні задачі – забезпечення оперативної і тактичної підготовки, наприклад, організацію командно-штабних навчань та військових ігор із залученням відповідних фахівців ВВНЗ.

**Інформаційна підсистема.** Інформаційна підсистема призначена для збору, збереження, обробки та відображення інформації в реальному масштабі часу про процеси підготовки ПС.

Однією з основних складових інформаційної підсистеми є інформаційна модель. Вона повинна

забезпечувати відображення реальних даних про стан підготовки як особового складу, так і підрозділів, частин, з'єднань та корпусів (дивізій) ПС в реальному масштабі часу, тобто дана модель повинна бути динамічною. Форма висновку (таблиці, графіки, діаграми й ін.) результатів підготовки ПС на екрані моніторів повинна здійснюватися за вимогою посадової особи. Крім цього, інформаційна модель повинна містити зведення про якісний та кількісний склад випускників ВВНЗ та можливості їхнього використання у військах, а також на основі інформації, яка зберігається в базах даних, аналізувати динаміку службового росту офіцерів. Немаловажною інформацією для командирів усіх рангів є оцінки, отримані в процесі тренувань особовим складом і підрозділами в тренувальному центрі, а також на полігоні ПС.

Отже, були запропоновані основні задачі, які можуть вирішуватися інформаційною підсистемою.

**Підсистема підтримки прийняття рішень.** Підсистема підтримки прийняття рішень призначена для виробітку оптимальних варіантів рішень по організації та забезпеченню підготовки ПС.

Основа прийняття рішень командирів та начальників усіх рівнів по управлінню підготовкою військ складає інформація, яка циркулює в інформаційній підсистемі. Тому можна припустити, чим більше достовірної інформації про стан процесів підготовки особового складу, підрозділів, частин, з'єднань ПС буде надходити в штаби і відповідним чином заноситися в бази даних, тим обґрунтованішими будуть прийматися рішення вищестоящими командирами. Проілюструємо (рис. 2) у загальному вигляді склад і родо-видові відносини між задачами управління підготовкою військ на рівнях штабу ПС а також вищих військових навчальних закладів.

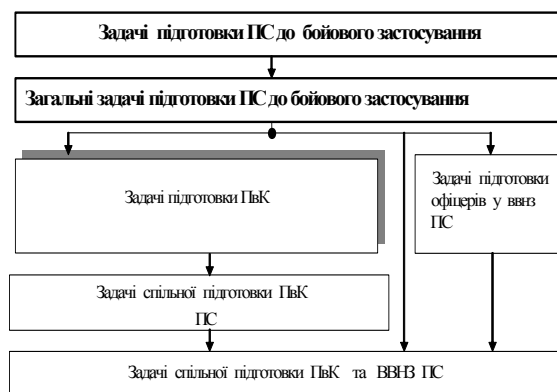


Рис. 2. Класифікація задач підготовки ПС на рівнях штабу ПС та ПвК

Усі задачі підготовки ПС розділимо на три класи. Задачі, умови рішень яких задаються Командувачем ПС для всього особового складу у вигляді організаційно-методичних указівок на новий навчальний рік, віднесемо до першого класу загальних задач.

Другий клас задач визначимо, як клас часткових задач підготовки конкретних військовослужбовців, підрозділів, частин та ін. з урахуванням їх особливостей (спеціальності, місця дислокації, розв'язуваних бойових задач та ін.). До третього класу задач віднесемо задачі спільної підготовки, наприклад, спільні тренування частин і з'єднань ПС, спільні з ВВНЗ командно-штабні навчання та ін.

Аналогічним образом можна класифікувати задачі бойової підготовки, які вирішуються на рівні з'єднання (частини) ПС.

На наш погляд, для підтримки прийняття рішень командирів усіх рівнів управління підготовкою особового складу і ПС в цілому, дуже важливо визначити взаємозв'язок задач та прогнозувати їх вирішення.

Для прикладу приведемо деякі задачі, які можуть вирішуватися з метою підтримки рішень відповідальних осіб за підготовку ПС :

1. Виробка пропозицій по організації та забезпеченню заходів, пов'язаних з підготовкою військ на новий навчальний рік.

2. Розробка альтернативних варіантів проведення командно-штабних навчань за участю ВВНЗ.

3. Розробка планів підготовки і перепідготовки офіцерів ПС у ВВНЗ.

4. Виробка рекомендацій про висування офіцерів на вищестоящі посади за підсумками бойової підготовки.

5. Виробка пропозицій по проведенню контрольних заходів.

Таким чином, розробка підсистеми підтримки прийняття рішень ґрунтується на класифікації і чіткому представленні задач, результати вирішення яких забезпечують оптимальні дії відповідних командирів.

**Виконавча підсистема.** Виконавча підсистема забезпечує реалізацію планів та рішень по підготовці ПС. Основу цієї підсистеми складає особовий склад штабів, відповідальних за організацію бойової підготовки та підготовки ПС в цілому. Створення такої підсистеми вимагає якісних та кількісних змін у структурах штабів і служб. Такі зміни будуть обумовлені широким упровадженням технічних засобів сучасних інформаційних технологій. Це вимагає спеціальної підготовки офіцерів в області інформатики та систем управління.

**Математична основа побудови автоматизованої системи управління підготовкою ПС.** Відомо, що базу інформаційних технологій складають наукові основи, які дозволяють у формальному вигляді представляти складні різноманітні процеси управління. До таких наукових основ можна віднести методи і положення теорії категорій та функторів, що є одним зі складових частин метаматематики. Її методи дозволяють створювати макромоделі процесів управління високого рівня абстракції, що є невід'ємним атрибутом представлення знань у базах знань сучасних (інтелектуальних) систем управлін-

ня. Макромоделі процесів управління, побудованих мовою теорії категорій і функторів, відрізняються від інших високим ступенем спільності та дозволяють при формальному представленні окремих процесів і об'єктів використовувати різні алгебраїчні конструкції та формальні теорії. Основними поняттями аналізованої теорії є "категорія", "об'єкт категорії" та "функтор", визначення яких приведено в роботах по загальній топології [3, 4]. Представимо категоріями, їх об'єктами і функторами організаційно-технічну структуру (ОТС) ПС [5], позначимо її  $O$ , що складається з чотирьох рівнів ієрархії (рис. 1).

**Будемо припускати**, що ОТС ПС упорядкована відношеннями включення ( $\subset$ ) і відношенням підпорядкування ( $\succ$ )

$$\{\{\{O_0 \subset O_1\} \subset O_2\} \subset O_3\} = O; \quad (1)$$

$$O_0 \succ O_1 \succ O_2 \succ O_3. \quad (2)$$

У співвідношеннях (1), (2)  $O_0$  інтерпретуємо як ОТС штабу ПС,  $O_1, O_2, O_3$  – сукупність ОТС штабів відповідних рівнів ієрархії ОТС ПС.

Між елементами множин  $O_0, \dots, O_3$ , (надалі елементи цих множин будемо ототожнювати з моделями) існують безліч відображень  $f$ , що утворюють конуси морфізмів, які мають властивості гомоморфізмів.

Задамо чотири категорії  $\mathfrak{A}_i, i = \overline{0,3}$ ,  $\mathfrak{A}_0$  – "Стратегічна" категорія,  $\mathfrak{A}_1$  – "Оперативно-стратегічна" категорія,  $\mathfrak{A}_2$  – "Оперативно-тактична" категорія,  $\mathfrak{A}_3$  – "Тактична" категорія.

Математичні співвідношення, що відповідають завданню категорій у вигляді сукупності об'єктів, покажемо на прикладі двох категорій  $\mathfrak{A}_0$  і  $\mathfrak{A}_1$ .

$$\left\{ \overset{\bullet}{M}O_0, \left( \overset{\circ}{M}O_0^1, \dots, \overset{\circ}{M}O_0^\beta \right), \left( M O_0^1, \dots, M O_0^\delta \right) \right\} \in \text{Ob}(\mathfrak{A}_0); \quad (3)$$

$$\left\{ \left( \overset{\circ}{M}O_1^1, \dots, \overset{\circ}{M}O_1^\gamma \right), \left( M O_1^1, \dots, M O_1^\epsilon \right) \right\} \in \text{Ob}_1(\mathfrak{A}_1); \quad (4)$$

$$\left\{ \left( \overset{\circ}{M}O_1^1, \dots, \overset{\circ}{M}O_1^\varphi \right), \left( M O_1^1, \dots, M O_1^\phi \right) \right\} \in \text{Ob}_2^d(\mathfrak{A}_1); \quad (5)$$

$$\left\{ \left( \overset{\circ}{M}O_1^1, \dots, \overset{\circ}{M}O_1^\eta \right), \left( M O_1^1, \dots, M O_1^\eta \right) \right\} \in \text{Ob}_2$$

$$(\mathfrak{A}_1), \text{Ob}_2(\mathfrak{A}_1) \supset \text{Ob}_2^d(\mathfrak{A}_1). \quad (6)$$

Зі співвідношень (3) – (6) видно, що об'єкти категорій складаються з трьох типів моделей, наприклад,  $\overset{\bullet}{M}O_0$  – модель органу управління, яка формує загальні задачі підготовки ПС, будемо називати її кореневою моделлю, наприклад,  $\overset{\circ}{M}O_0^\beta$  – модель органа управління, що формує приватні задачі підготовки військ, подібні моделі будемо називати вузловими,  $M O_0^\delta$  – модель виконавчих органів, подібні моделі будемо

називати кінцевими. Індeksi, наприклад,  $O_0^\beta$  будуть позначати, що модель належить категорії  $\mathfrak{A}_0$ , а потужність множини моделей складає  $\beta$ .

Таким чином, можна інтерпретувати процеси управління підготовкою ПС коваріантними функторами, які складаються з конусів морфізмів, що мають властивості гомоморфізмів та їх окремих композицій, які розуміються як управління по вирішенню задач спільної підготовки (рис. 2).

Методи і представлення теорії категорій дозволяють проводити операцію звернення стрілок функторних морфізмів та одержувати контраваріантні функтори. Формально таку операцію можна записати у вигляді  $\overleftarrow{F}: \mathfrak{A}_1 \rightarrow \mathfrak{A}_0$ . Контраваріантні функтори будемо інтерпретувати як зворотні зв'язки (збір інформації про результати) у процесі управління підготовкою ПС. Тоді, узагальнену модель управління можна записати у вигляді формальної теорії [6], де на множини об'єктів категорій задається аксіоматика набором коваріантних і контраваріантних функторів і правила узагальнення  $L$  (логічного висновку). У загальному вигляді можна записати

$$\mathfrak{A} = \langle \text{Ob}(\mathfrak{A}_0), \text{Ob}_1(\mathfrak{A}_1), \dots, \text{Ob}_n(\mathfrak{A}_3), \\ \overrightarrow{F}_1, \dots, \overrightarrow{F}_3, \overleftarrow{F}_3, \dots, \overleftarrow{F}_1, L \rangle. \quad (7)$$

Отримане співвідношення є метамоделлю, яка відбиває основні об'єкти і процеси управління і може бути використана при представленні знань у базі знань автоматизованої системи управління підготовкою ПС. Використання приведених математичних основ дозволяє формально представити процеси управління підготовкою ПС. Формальний опис відповідно до обраної стратегії управління дозволяє перейти до розробки як практично реалізованих алгоритмів, так і елементів системи в цілому.

## ВИСНОВОК

Таким чином, розроблені принципи автоматизації процесів управління підготовкою ПС, які орієнтуються на впровадження в управління повсякденної діяльності військ нових інформаційних технологій. Створення пропонованої автоматизованої системи зажадає розробки теоретичних основ її побудови, а потім математичного забезпечення, приклад якого приведений у даній роботі.

Реалізація запропонованих принципів дозволить зробити якісний стрибок в управлінні підготовкою ПС та на їх основі продовжити теоретичні дослідження зі створення автоматизованої системи управління повсякденною діяльністю ПС.

## Список літератури

1. Метешкин К.А. Теоретические основы построения интеллектуальных систем управления учебным процессом в вузе: Монография. – Х.: Экограф, 2000. – 278 с.
2. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
3. Александрян Р.А., Мирзаханян Э.А. Общая топология. – М.: Высш. школа, 1979. – 336 с.
4. Введение в топологию: Учеб. пособие / Ю.Г. Борисович, Н.М. Близняков, Я.А. Израилевич, Т.Н. Фоменко. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, Физматлит, 1995. – 416 с.
5. Метешкин К.А. Формализация процессов управления боевой подготовкой в Войсках ПВО // Збірник наукових праць. – Х.: ХВУ. – 2001. – Вип. 6 (36). – С. 16-18.
6. Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 480 с.

Надійшла до редколегії 4.08.2008

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.Н. Судаков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

## ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ ВОЙСК ВОЗДУШНЫХ СИЛ

Х.В. Раковский, К.А. Метешкин, М.А. Павленко

*Управление боевой подготовкой войск – сложный и многогранный процесс, который включает 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 применять при планировании боевой подготовки не только требования руководящих документов, но и опыт, знание особенности подготовки специалистов различного профиля. Рассмотрены особенности формализации процессов управления подготовкой войск исходя из многоуровневой системы управления данным процессом. Использование языка категорий разрешает создать гибкий и довольно универсальный инструмент формализации процессов управления боевой подготовкой.*

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

## THE APPROACH TO AUTOMATION OF MANAGERIAL PROCESSES BY PREPARATION OF ARMIES OF AIR FORCES

H.V. Rakovsky, K.A. Meteshkin, M.A. Pavlenko

*Management of combat training of armies difficult and many-sided process which includes a considerable quantity of various factors in area of the interests. For the purpose of creation of intellectual control systems by combat training one of possible ways of formalization of managerial processes by combat training is offered on the basis of formal language of categories. Use of such approach will allow to apply at planning of combat training not only the requirement of supervising documents, but also experience, knowledge of feature of preparation of experts of a various profile. Features of formalizations of managerial processes by preparation of armies proceeding from a multilevel control system of the given process. Use of language of categories allows to create flexible, and universal enough, the tool of formalization of managerial processes by combat training.*

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