

УДК 355.233.1.005

С.В. Дуденко<sup>1</sup>, В.В. Калачова<sup>1</sup>, І.В. Кучерявенко<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків<sup>2</sup>Науковий центр БЗ РВ і А Сумського державного університету, Суми

## МОДЕЛІ ПРИДБАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗНАТЬ КУРСАНТАМИ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

*Забезпечення високої готовності Збройних Сил (ЗС) України до виконання завдань за призначенням в сучасних умовах вимагає нових підходів до процесу підготовки курсантів в вищих військових навчальних закладах (ВВНЗ) МО України. Особлива увага приділяється концепції інформатизації ЗС України. В зв'язку з цим важливою задачею є розробка математичних моделей, які описують процес пізнавальної діяльності курсантів ВВНЗ. Одержані в процесі моделювання данні про когнітивну стратегію придбання знань, умінь і навичок курсантів можуть бути використані для видачі загальних рекомендацій щодо можливостей оцінювання знань на контрольних заходах навчального процесу в ВВНЗ України.*

**Ключові слова:** *продукційні правила, когнітивна стратегія, ступінь істинності, функція приналежності.*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Висока готовності військ (сил) ЗС України до виконання завдань за призначенням вимагає наявності прогресивної військової системи освіти, яка використовує останні світові досягнення наукової думки та технічного прогресу в сфері освіти для підвищення якісного підготовки майбутніх військовослужбовців [1]

Особлива увага на сучасному етапі розвитку держави приділяється концепції інформатизації ЗС України [2] та створенню сучасної досконалої інформаційно-комп'ютерної системи управління навчанням в ВВНЗ. Спроби створення такої системи наштовхуються на значні труднощі та поки не приводять до якісних змін в освіті. Основні причини, які обумовлюють труднощі, пов'язані з розробкою теоретичних основ, в межах яких проводилися би цілеспрямовані дослідження, є наступні. По-перше, різноманітність процесів та явищ, зв'язаних з дослідженням когнітивних, навчальних та освітніх процесів. По-друге, ці процеси слабо структуровані, в зв'язку з тим що мають суб'єктивну основу. По-третє, вони мають складну ієрархічну структуру. В-четвертих, головним об'єктом процесів, що розглядаються є людина (курсант ВВНЗ), яка має природний інтелект та спроможна до самоорганізації та саморозвитку.

Подолання цих труднощів можливо, якщо процеси та явища педагогіки вищої військової освіти розглядати з точки зору управління цими процесами та «розміщувати» їх в межах теорії прийняття рішень, евристичних методів представлення знань теорії штучного інтелекту, методів теорії нечітких множин та інших методів, що складають методичну та наукову базу кібернетики в цілому.

Виходячи з цього, важливою задачею побудови сучасної інформаційно-комп'ютерної системи управління навчанням в ВВНЗ є розробка математичних моделей, які описують процес пізнавальної діяльності курсантів, що навчаються в ВВНЗ України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нормативно-правова та законодавча база, що забезпечує основні напрямки розвитку вищої військової освіти в Україні представлена роботами [1, 2]. Питання, зв'язані з теоретичними і практичними аспектами розробки математичних моделей, що описують когнітивну діяльність курсантів, що навчаються у ВВНЗ України всебічно висвітлюються в роботах [3 – 9].

**Метою цієї роботи,** таким чином, є розробка математичних моделей пізнавальної діяльності курсантів, що навчаються у ВВНЗ України, які дозволять виявити множину станів знань курсантів та їх істинність; спостерігати динаміку отримання та заглиблення знань про навчальний матеріал дисциплін; враховувати індивідуальні здібності курсанта до навчання в залежності від вибраної їм когнітивної стратегії поведінки. Одержані викладачем завдяки моделюванню відомості про когнітивну стратегію придбання знань, умінь і навичок курсантів можуть бути використані в якості чинників, що забезпечать подальшу видачу загальних рекомендацій щодо ухвалення рішення про можливість оцінювання знань на контрольних заходах дисциплін навчального плану підготовки курсантів у ВВНЗ України.

### Виклад основного матеріалу досліджень

Для цілісного сприйняття можливості формального представлення всієї сукупності знань кур-

сантів, що проходять навчання в ВВНЗ розробимо систему продукційних правил, які відображатимуть процеси накопичення і збереження знань та описують їх в формі «ЯКЩО умова, ТО дія». Для компактного представлення процесів, що моделюються, продукційні правила замінюватимемо логічними аксіомами.

Виділимо два класи правил (Пр1,Пр2), які складуть систему правил-продукцій Пр [3]. Позначимо  $Пр = \{Пр1, Пр2\}$ ,  $Пр1 = \{A^1(i)\}$ ,  $i = \overline{1, n}$  – правило накопичення знань, що складається з аксіом типу (A1);  $n$  – кількість аксіом;  $Пр2 = \{A^2(j)\}$ ,  $j = \overline{1, m}$  – правило збереження знань, що складається з аксіом типу (A2);  $m$  – кількість аксіом.

*Правило накопичення знань Пр 1.*

A1.1:

$$\forall D_\alpha \forall st_\beta \forall sl_\chi \forall sv_\delta \forall T^t (\langle \emptyset : \langle \emptyset : \langle \emptyset : \dots, \langle \emptyset \rangle \rangle \rangle \langle \emptyset \rangle = \emptyset),$$

$$\alpha = \overline{1, c}, \beta = \overline{1, k}, \chi = \overline{1, h}, \delta = \overline{1, g},$$

де  $\alpha$  – номер дисципліни в навчальному плані підготовки курсанта,  $c$  – кількість навчальних дисциплін, що складають навчальний план;  $\beta$  – номер навчальної теми відповідної дисципліни;  $k$  – кількість тем у відповідній навчальній дисципліні;  $\chi$  – номер теоретичного заняття відповідної навчальної теми;  $h$  – кількість теоретичних занять теми;  $\delta$  – номер навчального питання відповідного теоретичного заняття;  $g$  – кількість навчальних питань теоретичного заняття.

Аксіома (A1.1) затверджує повну відсутність знань про програму навчання за відповідним напрямком. Аксіома (A1.2) затверджує наявність знань в межах питань  $v_1, \dots, v_g$  теоретичного заняття № 1 відповідної теми навчальної дисципліни № 1 ( $D_1^1$ ) (верхній індекс показує приналежність дисципліни до відповідного періоду її вивчення), при цьому ступінь істинності вивченого навчального матеріалу теоретичного заняття № 1 ( $T_{31}$ ) знаходиться в інтервалі  $[0, 1]$ .

A1.2:

$$\forall V_\delta \forall t_r \left( D_1^1 \left\langle T_1 : \left\langle T_{31} : \left\langle V_1 : (\mu_1 : D \rightarrow [0, 1]), \dots, V_g : \left\langle (\mu_g : D \rightarrow [0, 1]) \right\rangle \right\rangle \right\rangle \right\rangle \right\rangle$$

$$\& \langle t_{r_i} \rangle \Rightarrow \left( \bigoplus_{(v_1, \dots, v_g) \in L_1} (\mu_1, \dots, \mu_g) \rightarrow [0, 1] \right),$$

де  $t_{r_i}$ ,  $i = \overline{1, g}$  – інтервали часу засвоєння матеріалу питань  $v_1, \dots, v_g$  теоретичного заняття  $T_{31}$ . Тут символ  $\bigoplus$  відповідає операції об'єднання нечітких множин.

Гранична аксіома затверджує, що ступінь істинності знань курсанта-випускника ВВНЗ подібна сукупності степенів істинності знань викладачів за кожною навчальною дисципліною та в максимальній степені відповідає вимогам кваліфікаційній характеристикі фахівця.

A1.M:

$$\forall \exists \alpha \forall st_\beta \forall sl_\chi \forall sv_\delta \forall T^t \forall t_q \forall t_s \forall t_r \times$$

$$\times \left( \exists \alpha \langle T_\beta : \langle T_{3\chi} : \langle V_\delta : (\mu : D \rightarrow 1) \rightarrow \right.$$

$$\left. \rightarrow 1 \rangle \rightarrow 1 \rangle \rightarrow 1 \rangle \right) \& \langle T^t : \langle t_q : \langle t_s : \langle t_r : z_{t_r} \rangle \rangle \rangle \rangle \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left( \bigoplus_{\substack{(v_\delta) \in T_{3\chi} \\ (T_{3\chi}) \in T_\beta \\ (T_\beta) \in \exists \alpha}} \forall (\mu : D \rightarrow 1) \right).$$

*Правило збереження знань Пр 2.* Правило придбання знань курсантами Пр 2 є загальним правилом, що показує тенденцію накопичення знань починаючи від засвоєння навчального матеріалу першої дисципліни і закінчуючи навчальним матеріалом останньої дисципліни згідно з навчальним планом [3, 4]. Воно описує дискретні стани знань курсантів за допомогою їх степенів істинності. Правило ніяк не враховує процеси, що відбуваються в пам'яті людини, і його індивідуальні особливості, тобто процеси забування, відновлення знань, а також відношення до своїх знань, і до навчання в цілому. Існує три основні стратегії поведінки тих, хто навчається, які в довідковій літературі по психології [5] називаються когнітивними стратегіями і полягають в різному підході до збереження своїх знань, одержаних на заняттях. Такі стратегії задають відношення  $B$  «бути тим, хто має спроможність навчатися».

Перша стратегія –  $S_1^D$  – «динамічна», суть якої полягає в регулярному повторенні курсантом пройденого матеріалу навчальної дисципліни.

Друга стратегія –  $S_2^P$  – стратегія планомірного збереження знань, найбільш типова для більшості курсантів. Суть такої стратегії поведінки полягає в тому, що курсанти вивчають або повторюють пройдений навчальний матеріал дисципліни тільки в рамках підготовки до практичних видів занять, на яких, як правило, здійснюється оцінювання їх знань.

Третя стратегія поведінки –  $S_3^E$  – стратегія екстреного відновлення знань, характерна тим, що ті, хто навчається індіферентні. Вони не піклуються про збереження своїх знань протягом всього періоду навчання, і лише частково відновлюють знання, перед контрольними заходами.

Надалі, при формальному представленні правил Пр 1 і Пр 2 врахуємо результати досліджень роботи [6], де затверджується, що час придбання

(відновлення) знань підпорядкований експоненціальному закону  $f^\Delta(t) = 1 - e^{-\mu t}$ , а також роботи [7], де приведена залежність Р. Еббенгауза, що характеризує процес забування, як логарифмічну функцію часу  $f^\nabla(t) = b(c \log t)$ , де  $f^\nabla(t)$  – об'єм навчального матеріалу, що зберігається,  $b$  і  $c$  – експериментальні константи.

На когнітивні процеси робить вплив значна кількість чинників, які обумовлюють нечітку основу знань курсантів, зокрема, до таких чинників відносяться і процеси забування навчального матеріалу.

Припустимо, що степінь істинності знань курсантів з конкретного навчального питання зростає від 0 (відмова курсанту від викладу сутності питання або помилкове його уявлення) до 1 (правильне тлумачення навчального матеріалу, тобто досягнення їм конкретної навчальної мети). Навпаки, степінь істинності знань курсанту з конкретного навчально-

го питання убуває з часом під впливом процесів забування від 1 до 0. Таке цілком очевидне допущення дозволяє представляти подібні процеси функціями приналежності, що складаються з двох взаємозворотних функцій: показової і логарифмічної. Ілюстрація динаміки придбання і втрати знань курсантами, що проходять навчання приведена на рис. 1.

Задамо базову терм-множину лінгвістичної змінної «ЗНАННЯ» ( $Z$ ), яка визначатиме стан курсанту в процесі придбання знань і їх втрати (забування навчального матеріалу). Поняття «знання» тут трактується як збагнення дійсності людиною, а процеси розуміння навчального матеріалу тісно пов'язані з процесами придбання знань. Процеси забування пов'язані з втратою знань. Вони є складовими і протилежними частинами когнітивного процесу. Тому можна вважати, що поняття «забування» навчального матеріалу та його «розуміння» зв'язані антонімічними відносинами.

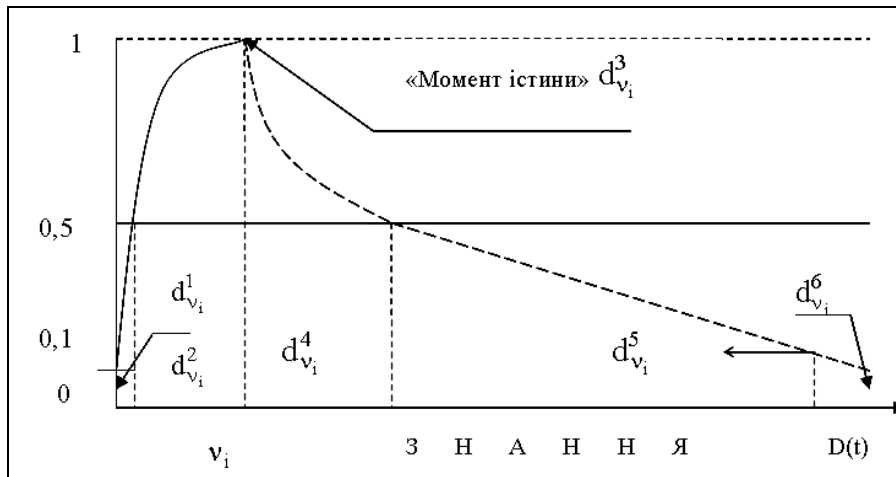


Рис. 1. Формальне представлення функції приналежності динаміки придбання та втрати знань курсантами, що проходять навчання

Позначимо  $Z_{D_\alpha}(D_{v_i})$  знання курсанту за навчальною дисципліною  $D_\alpha$  ( $v_i$ -му навчальному питанню). Тоді запис  $Z_{D_\alpha}(D_{v_i}) = \langle d_{v_i}^j \rangle$ ,  $j = \overline{1,6}$ , позначає, що лінгвістична змінна «ЗНАННЯ» містить шість термів або їх значень. Визначимо смисловий зміст термів:  $d_{v_i}^1$  – розуміння курсантом суті окремих понять навчального матеріалу;  $d_{v_i}^2$  – розуміння курсантом суті складних понять, явищ, процесів і таке інше;  $d_{v_i}^3$  – повне розуміння курсантом навчального питання  $v_i$  («момент істини»);  $d_{v_i}^4$  – часткове забування суті окремих понять навчального матеріалу;  $d_{v_i}^5$  – забування суті складних понять, явищ, процесів і таке інше навчального матеріалу;

$d_{v_i}^6$  – забування суті базових понять, процесів, явищ і таке інше навчального матеріалу.

Таким чином, на рис. 1 показана модель, в якій ставляться у відповідність безліч станів знань курсантів, що навчаються в ВВНЗ і їх істинність, яка змінюється з часом. По суті, запропонована шкала вимірювань істинності знань курсантів на етапі засвоєння навчального матеріалу і на етапі після його засвоєння. Типовою ситуацією оцінки істинності знань курсантів на етапі вивчення навчального матеріалу може служити ситуація, коли викладач, що проводить теоретичне заняття, питає конкретних курсантів для того, щоб переконатися, що матеріал, який викладається розуміється аудиторією. На етапі після вивчення навчального матеріалу типовими ситуаціями оцінки істинності знань курсантів можна вважати всі види контролю знань. Одержані результати можна узагальнити і подібними функціями приналежності

представити динаміку придбання і втрати знань курсантів за окремими теоретичними заняттями, навчальним темам та навчальної дисципліни в цілому [8].

Найбільший інтерес для аналізу когнітивної діяльності курсантів, що навчаються у ВВНЗ України, на наш погляд, представляє друга стратегія –  $S_2^{\Pi}$  – стратегія планомірного збереження знань, найбільш типова для більшості курсантів. Розглянемо її більш детально, представляючи функціями приналежності динаміку придбання та втрати знань на протязі навчання.

При формальному представленні когнітивної

стратегії  $S_2^{\Pi}$  збереження курсантами своїх знань будемо використовувати багатомодальні функції приналежності, які характеризують процеси придбання і втрати знань за навчальним матеріалом, що відповідає об'єму і-го теоретичного заняття

Перейдемо до аналізу особливостей когнітивної стратегії збереження знань  $S_2^{\Pi}$  [9]. Введемо в базову терм-множину додаткові терми, які матимуть значення часткового відновлення і забування навчального матеріалу після k-го циклу його повторення (рис. 2).

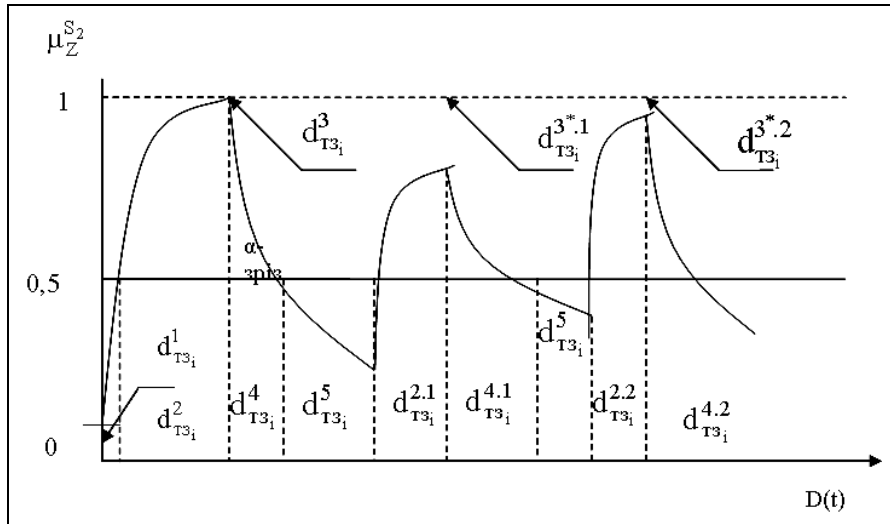


Рис. 2. Багатомодальна функція приналежності, що відповідає реалізації стратегії  $S_2^{\Pi}$  збереження знань курсантом за навчальним матеріалом і-го теоретичного заняття

З рис. 2 видно, що курсант допускає, щоб значення істинності його знань знаходилися нижче  $\alpha$ -зрізу, тобто мали значення менше 0,5. Базова термножина лінгвістичної змінної «ЗНАННЯ» при реалізації курсантом когнітивної стратегії  $S_2^{\Pi}$  прийме вигляд [3]:

$$d_{S_2} = \left( d_{T3i}^1, d_{T3i}^2, d_{T3i}^3, d_{T3i}^4, d_{T3i}^5, d_{T3i}^{2.1}, d_{T3i}^{3*.1}, d_{T3i}^{4*.1}, d_{T3i}^{5*.1}, d_{T3i}^{2.2}, \dots, d_{T3i}^{3*.k} \right) \dots \quad (1)$$

Запишемо групу аксіом  $A^2$ , які визначають суть стратегії  $S_2^{\Pi}$ :

$$\begin{aligned} \mu_{z_1}'' : d_{T3i}^1 &\xrightarrow{f^{\Delta}} [0; 0,5]; \\ \mu_{z_2}'' : d_{T3i}^2 &\xrightarrow{f^{\Delta}} [0,5; 1]; \mu_{z_3}'' : d_{T3i}^3 &\xrightarrow{f^1} 1; \\ \mu_{z_4}'' : d_{T3i}^4 &\xrightarrow{f^{\nabla}} [1; 0,5]; \mu_{z_5}'' : d_{T3i}^5 &\xrightarrow{f^{\nabla}} [0,5; \min a]; \quad (2) \\ \mu_{z_6}'' : d_{T3i}^{2.1} &\xrightarrow{f^{\Delta}} [\min a; 1]; \mu_{z_7}'' : d_{T3i}^{3*.1} &\xrightarrow{f^8} [1 > g > 0,5]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{z_8}'' : d_{T3i}^{4*.1} &\xrightarrow{f^{\nabla}} (1; 0,5]; \mu_{z_9}'' : d_{T3i}^{5*.1} &\xrightarrow{f^{\nabla}} (0,5; \min a]; \dots; \\ \mu_{z_k}'' : d_{T3i}^{3*.k} &\xrightarrow{f^{\Delta}} [\min a; \max g \neq 1]. \end{aligned}$$

У співвідношеннях (2) позначено:  $a$  – поточне значення істинності знань курсанта, що знаходиться нижче за  $\alpha$ -зріз функції приналежності  $\mu_Z^{S_2}$ ;  $g$  – поточне значення істинності знань курсанта, що знаходиться вище за  $\alpha$ -зріз функції приналежності.

По своїй суті співвідношення (2) є правилом Пр.2, що характеризує відносини  $B^{\Pi} \in B$ , де  $B^{\Pi}$  – відношення «бути спроможним навчатися», що реалізовує когнітивну стратегію  $S_2^{\Pi}$  відповідно. Аналогічно  $B^{\Pi}$  складовими  $B \in B^{\Delta}, B^E$  – відношення «бути спроможним навчатися», що реалізують когнітивні стратегії  $S_2^{\Delta}$  та  $S_2^E$ .

Узагальнюючи одержані результати, запишемо співвідношення для психофункціональної моделі курсантів, що проходять навчання у ВВНЗ, яка характеризує їх когнітивну діяльність [3]:

$$M_k^{\text{пфм}} = \langle VM, Z^D, Z_{D_\alpha}, \Delta Z_{D_\alpha}, \text{Pr}_1 \rangle, \quad (3)$$

де  $VM$  – мотиваційно-волевої елемент знань курсанта, засобами виконавських дій забезпечує досягнення цілей навчання;  $Z^D$  – знання курсанта за дисциплінами, що викладаються у ВВНЗ;  $Z_{D_\alpha}$  – знання курсанта за навчальною дисципліною  $D_\alpha$ ;  $\Delta Z_{D_\alpha}$  – додаткові знання курсанта з дисципліни ( $D_\alpha$ ), одержані їм самостійно з альтернативних джерел інформації;  $\text{Pr}_1$  – правило накопичення знань.

Тоді узагальнена модель курсантів, що навчаються у ВВНЗ з урахуванням їх когнітивних стратегій прийме вигляд

$$M^{\text{ПДК}} = \langle M_k^{\text{пфм}}, B \rangle. \quad (4)$$

Коротко таку модель будемо називати моделлю пізнавальної діяльності курсантів, що навчаються у ВВНЗах України.

### Висновки

Таким чином, в роботі здійснена розробка математичних моделей пізнавальної діяльності курсантів, що навчаються у ВВНЗ України. Моделі дають можливість викладачам виявити множину станів знань курсантів та їх істинність; спостерігати динаміку отримання та загублення знань про навчальний матеріал дисциплін; враховувати індивідуальні здібності курсанта до навчання в залежності від вибраної їм когнітивної стратегії поведінки. Одержані викладачем завдяки моделюванню відомості про когнітивну стратегію придбання знань, умінь і навичок курсантів можуть бути використані в якості

чинників, що забезпечать подальшу видачу загальних рекомендацій щодо ухвалення рішення про можливість оцінювання знань на контрольних заходах дисциплін навчального плану підготовки курсантів у ВВНЗ України.

### Список літератури

1. Біла книга – 2008: оборонна політика України. – К.: МО України, 2009. – 100 с.
2. Наказ Міністра оборони України від 11 лютого 1994 року № 30 "Про введення в дію Концепції інформатизації Збройних Сил України".
3. Метешкин К.А. Кибернетическая педагогика: теоретические основы управления образованием на базе интегрированного интеллекта: монография / К.А. Метешкин. – Х.: Международный Славянский университет, 2004. – 400 с.
4. Математичне моделювання в психологічних і педагогічних дослідженнях та навчанні. Тези доповідей. – Дніпропетровськ. Дніпропетровський державний університет, 1996. – 119 с.
5. Представление и исследование знаний: пер. с япон. / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
6. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний / А.П. Свиридов. – М.: Высшая школа, 1981. – 262 с.
7. Ганзен В.А. Системные описания в психологии / В.А. Ганзен. – Л.: Ленингр. ун-т, 1984. – 176 с.
8. Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
9. Приобретение знаний: пер. с япон. / Под ред. С. Осуги, Ю. Сазки. – М.: Мир, 1990. – 304 с.

Надійшла до редколегії 26.04.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. І.В. Рубан, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МОДЕЛИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ КУРСАНТАМИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ВОЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

С.В. Дуденко, В.В. Калачева, И.В. Кучерявенко

*Обеспечение высокой готовности Вооруженных Сил (ВС) Украины к выполнению заданий по назначению в современных условиях требует новых подходов к процессу подготовки курсантов в высших военных учебных заведениях (ВВУЗ) МО Украины. Особенное внимание уделяется концепции информатизации ВС Украины. В этой связи важной задачей является разработка математических моделей, которые описывают процесс познавательной деятельности курсантов ВВУЗ. Полученные в процессе моделирования данные о когнитивной стратегии приобретения знаний, умений и навыков курсантов могут быть использованы для выдачи общих рекомендаций относительно возможностей оценивания знаний на контрольных мероприятиях учебного процесса в ВВУЗ Украины.*

**Ключевые слова:** *продукционные правила, продукционные правила, когнитивная стратегия, степень истинности, функция принадлежности.*

### MODELS OF ACQUISITION OF PROFESSIONAL KNOWLEDGES BY STUDENTS IN SYSTEM OF HIGHER MILITARY EDUCATION OF UKRAINE

S.V. Dudenko, V.V. Kalachova, I.V. Kucheryavenko

*Providing of high readiness of Military Powers (MP) of Ukraine to the jobs processing on purpose in modern terms requires new approaches to the process of preparation of students in higher soldieries educational establishments of MP of Ukraine. The special attention is spared to conception of informatization of SS of Ukraine. In this svyazy an important task is development of mathematical models which describe the process of cognitive activity of students of higher soldieries educational establishments. In the process of design findings about kognutyvnoy strategy of acquisition of knowledges, abilities and skills of students can be used for delivery of general recommendations in relation to possibilities of evaluation of knowledges on the controls measures of educational process in higher soldieries educational establishments of Ukraine.*

**Keywords:** *products rules, products rules, kognutyvnaya strategy, degree of truth, function of belonging.*