

УДК 681.3: 681.5

*Ігор Олександрович Романенко,
Сергій Васильович Дуденко,
Вероніка Валеріївна Калачова*

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В КОНТЕКСТІ РЕФОРМУВАННЯ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

На сучасному етапі швидкого зростання можливостей технічних засобів, телекомуникаційних та інформаційних технологій відбуваються суттєві зміни в формах та змісті військової освіти України, здійснюються широкомасштабні програми її інформатизації [1].

Зміст і якість військової освіти, її доступність, відповідність потребам сьогодення визначають стан інтелектуального потенціалу сучасних Збройних Сил (ЗС) України. Інтенсивний розвиток сфери військової освіти на основі використання інформаційних і телекомуникаційних технологій стає одним з найважливіших національних пріоритетів держави [2].

Тенденція ж зростання ролі безперервної професійної освіти без відливу від виконання службових обов'язків, у зв'язку з постійною потребою у вдосконаленні знань, що визвано змінами у складі озброєння, військової техніки та засобів автоматизації ЗС, обумовлює попит на дистанційні освітні послуги, а дистанційне навчання (ДН) стає інтегральною формою її отримання [3].

Дистанційна форма навчання базується на використанні кращих традиційних методів і засобів навчання та інноваційних, що засновані на сучасних інформаційно-телекомуникаційних технологіях, які забезпечують інтерактивну взаємодію учасників навчального процесу розподілених у часі і просторі, а також отримання, вивчення і контроль засвоєння змісту навчання [4].

Для здійснення ДН створюється система дистанційного навчання (СДН). СДН є складною багатокомпонентною системою з нормативно-правовою базою, організаційно оформленою структурою, кадровим, системотехнічним, матеріально-технічним і фінансовим забезпеченням, яка реалізує

ДН на різних рівнях освіти та забезпечує отримання знань за допомогою дистанційних освітніх технологій [5].

СДН має тенденцію до безперервної зміни і динамічного розвитку. Ефективна робота такої системи не може спиратися тільки на емпіричний досвід і інтуїцію розроблювачів, вона потребує системного підходу до процесу ДН, побудови ефективних зв'язків між підсистемами та компонентами системи [6].

При проектуванні СДН з метою формування найбільш повного уявлення про систему необхідно розглядати ряд моделей не тільки з погляду поточних вимог і можливостей, але і перспектив розвитку.

Тому актуальним стає питання дослідження математичних моделей СДН з метою підвищення ефективності її функціонування та зростання якості навчання і рівня знань, що отримуються в її межах військовослужбовцями ЗС України.

Аналіз літератури. Нормативно-правова та законодавча база організації дистанційного навчання в ЗС України подано в [1, 2]. Питання, зв'язані як з теоретичними, так і практичними аспектами втілення дистанційних технологій у сучасну освіту розгорнуто надано в [3—5]. Особливості системного підходу до процесу ДН висвітлюється в роботах [6]. Аналіз моделей систем дистанційного навчання представлено роботами [7—9].

Метою цієї роботи, таким чином, є проведення дослідження моделей складових СДН та створення математичної моделі СДН військового призначення, що дозволить побудувати ефективні зв'язки між її підсистемами та компонентами та знайти шляхи до створення СДН, яка відповідає

світовим стандартам сьогодення з точки зору якості освіти.

Інтерес для дослідження, з точки зору ефективного функціонування СДН як комплексу математичних моделей, представляють наступні її складові: модель того, хто навчається (об'єкта навчання), модель викладача, модель тестування та модель самої СДН. Розглянемо послідовно кожну з моделей, даючи відповідну характеристику формальним аспектам її функціонування.

Модель об'єкта навчання. Дослідники розглядають процес ДН з точки зору взаємодії об'єкта навчання з системою навчання. Інформація про об'єкт навчання дается в бінарному, скалярному, векторному вигляді або з урахуванням динаміки та характеру змін моделі знань об'єкта [7].

Побудова конкретних інформаційно-теоретичних моделей (ІТМ) процесів ДН спирається на загальні теоретичні підходи і спрямована на дослідження двох основних аспектів: переробку навчальної інформації, що націлена на формування образів і понять, логічних схем алгоритмів, прийомів композиції алгоритмів, визначень; запам'ятовування фактографічних даних і образів, описів, визначень, алгоритмів і різного роду методичних і нормативних матеріалів.

Для вивчення явищ, що виникають за умови інформаційного перевантаження користувача, впроваджується ІТМ, що описує алгоритмічну систему, яка представляє загальний спосіб визначення алгоритмів перетворення інформації людиною і призначена для вивчення властивостей таких алгоритмів.

При представлені об'єкта навчання у вигляді ІТМ маємо справу з сукупністю взаємозв'язаних атрибутив:

$$O_i = \{O_i^{PH}, O_i^{ZH}, O_i^{PC}, O_i^{PP}, O_i^{BC}, O_i^{ZP}, O_i^{ZH}\},$$

де O_i^{PH} — початковий рівень підготовленості до навчання i -го об'єкта навчання; O_i^{ZH} — здатність до навчання i -го об'єкта навчання; O_i^{PC} — психологічні властивості особистості i -го об'єкта навчання; O_i^{PP} — рівень підготовки i -го об'єкта навчання для роботи із системою; O_i^{BC} — фактори відношення i -го об'єкта навчання до системи; O_i^{ZP} — знання i -го об'єкта навчання про прикладні області задач; O_i^{ZH} — рівень підготовленості i -го об'єкта навчання після завершення навчання.

Усі ці атрибути є складними, тобто складаються з більш простих. Так у O_i^{ZH} можна виділити: моторні навички, лінгвістичні навички, розумові здібності, творчі здібності i -го об'єкта навчання. У O_i^{PC} можна виділити: увагу, стійкість до стресів.

Робота об'єкта навчання в режимах перевантаження, ненадійних вихідних даних і неповноти вхідної інформації описується однією і тією ж моделлю і приводить до однакових результатів. При цьому перевантаження і ненадійність даних приводять до неточних або навіть помилкових рішень.

Ще одним важливим підходом до моделювання інформаційної діяльності об'єкта навчання в СДН є контроль за правильністю співвідношення:

$$I_{\Sigma} = I_p + I_o + I_d \leq I_g,$$

де I_{Σ} — сумарний інформаційний потік; I_p — складова частина вхідного потоку інформації, що направляється безпосередньо об'єкту навчання без попередньої обробки; I_o — оперативна інформація, що є тією частиною вхідного інформаційного потоку, що направляється через обчислювальну систему; I_d — нормативно-довідкова інформація; I_g — граничний обсяг інформації.

Модель викладача. Існує кілька підходів щодо побудувати моделі викладача [7]. Один з них — це модель викладача побудована на основі теорії автоматів.

При формуванні моделі на основі теорії автоматів традиційно застосовується методологічний апарат теорії автоматичного управління, масового обслуговування, інформації, імітаційного моделювання. Іноді пропонують використовувати в процесі навчання індивідуальну модель викладача, котра будується на основі теорії нечітких множин. При цьому передбачається, що процес навчання представляє собою послідовний процес засвоєння окремих розділів навчального матеріалу. Кожен етап навчання закінчується тестуванням, яке може мати різні результати. Об'єкт навчання може керувати процесом свого навчання за допомогою вибору способів засвоєння навчального матеріалу. Модель викладача описується нечітким недетермінованим автоматаом виду:

$$A = \langle U, X, Y, S_0, \delta, \vartheta \rangle,$$

де $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ — кінцева множина входів; $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ — кінцева множина станів; $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$ — кінцева множина виходів; $\delta: X \times U \times Y \rightarrow [0, 1]$ — функція переходів; $\vartheta: X \times Y \rightarrow [0, 1]$ — функція виходів; S_0 — початковий стан.

Стратегії навчання представляються у вигляді зважених шляхів графа. Формування пар “спосіб засвоєння матеріалу” — “результати тестування” дозволяє проводити дуги графа від першого до n -го етапу навчання. У результаті побудови одержуємо нечіткий недетермінований автомат, що мо-

делює поводження викладача, при різних результатах проміжного тестування.

Застосовуючи підхід, який використовується у динамічному програмуванні, можна виділити класи стратегій викладача. Клас, стратегії якого дозволяють досягти мети навчання і характеризуються максимальними оцінками зв'язків між результатами тестів визиває найбільший інтерес. Для виділення таких стратегій, на множині фінальних результатів тестування визначаються результати, відповідні цілі навчання. Далі виділяються результати тестування на $(n - 1)$ -у кроці, перехід з яких у цільові стани n -го кроку характеризується способами засвоєння навчального матеріалу з відповідною оцінкою.

Подібна процедура здійснюється для кожного кроку рішення до стану S_0 включно. Використання процедури дозволяє виділити можливі стратегії навчання, що представляють собою зважені шляхи на графі від вершини S_0 до вершин з множини X_n . Наведена модель дозволяє також намітити шляхи автоматичної корекції індивідуальних стратегій викладача.

Модель тестування. Модель тестування може бути представлена у вигляді сукупності трьох моделей [8]: модель системи тестів; модель системи тестування; модель об'єкта навчання, що проходить тест.

Вивчення конкретної дисципліни передбачає засвоєння деякої кількості тем. В результаті розробки навчального матеріалу дисципліна придбає N систем тестів. Сформований набір систем тестів $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ реалізується в одній із систем тестування $S_i = \{T_{i1}, T_{i2}, \dots, T_{in}\}$, де $S_i \in S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$. В загальному випадку у розпорядженні викладача знаходитьсь K систем тестування.

Тестування для i -го тесту T_i в j -й системі тестування (S_j) виконується на масиві об'єктів навчання $M = \{M_1, M_2, \dots, M_V\}$, де V — кількість об'єктів навчання. Рубіжний тест визначається, як $T = T_1 \cup T_2 \cup \dots \cup T_n$. Для вибору системи тестування справедливий вираз $S = S_1 \cap S_2 \cap \dots \cap S_k$.

В свою чергу сама модель тесту може бути описана наступним чином:

$$MT = \langle B, H, D, SH \rangle,$$

де B — експертні оцінки валідності тесту: $B = \{B_1, B_2, \dots, B_{n1}\}$; H — фактори, що впливають на надійність результатів тестування, включаючи надійність, що приписується цьому тесту спираючись на проведені дослідження: $H = \{H_1, H_2, \dots, H_{n2}\}$; D — дискримітативність, параметр, що набувається в результаті досліджень з вказуванням верхньої та нижньої границь:

$D = \{D_1, D_2, \dots, D_{n3}\}$; SH — шкали переводу балів в оцінки: $SH = \{SH_1, SH_2, \dots, SH_{n4}\}$.

Модель СДН. Математична модель СДН складається з наступних взаємозв'язаних складових [9]: множина об'єктів процесу навчання Θ ; множина заданих операцій між об'єктами процесу навчання $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ (сигнатура алгебраїчної системи); множина заданих відносин між об'єктами процесу навчання $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l\}$.

Формально модель СДН може бути описана у виді алгебраїчної системи:

$$MCSDN = \{\Theta, \Lambda, \Omega\}.$$

В якості об'єктів процесу ДН можуть виступати множина викладачів СДН — B ; множина тих, хто навчається (об'єктів навчання) — O та множина засобів навчання — ZH .

Засоби ДН можуть бути описані множиною складових: TZH — технічні засоби навчання; MZH — методичні засоби навчання; NM — навчальні матеріали; $NZHT$ — навчальні засоби на основі нових інформаційних технологій; OP — освітні послуги.

Формально ця множина засобів може бути представлена як

$$ZDH = \{TZH, MZH, NM, NZHT, OP\}.$$

Серед усіх засобів ДН особлива увага приділяється $NZHT$, які, в свою чергу, теж є множинами взаємозв'язаних складових: KK — комп'ютерні комунікації; HCe — навчальне середовище. Навчальне середовище теж є множиною складових: засоби викладання — ZB ; засоби контролю знань — ZKZ ; засоби сертифікації — ZCr . Це може бути описано формально наступним чином:

$$HCe = \{ZB, ZKZ, ZCr\}.$$

Складовими множини засобів викладання є інтерактивні засоби — $I3$ та неінтерактивні засоби — HIZ , які в свою чергу теж мають складові.

Множина інтерактивних засобів складається з різного роду конференцій — K , поштових повідомлень — P , інтерактивних гіпертекстових сторінок — IC і таке інше. Множина HIZ — це електронні підручники, навчальні аудіо- та відеоматеріали — ABM , неінтерактивні гіпертекстові сторінки — HIC і таке інше.

Ці множини компонентів формально описуються наступним чином:

$$ZB = \{I3, HIZ\}, I3 = \{K, P, IC\},$$

$$HIZ = \{EP, ABM, HIC\}.$$

Множина заданих на Θ відносин $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_l\}$ може бути задана як на кожній з окремих підмножин B, O, ZH , так і на підмножинах декартова добутку даних множин у будь-яких сполученнях.

Розглядаючи множину B можна вказати цілій ряд унарних відносин (властивостей), таких як: ω_{i1}^j — науковий ступінь j -го викладача; ω_{i2}^j — вчене звання j -го викладача; ω_{i3}^j — посада j -го викладача; ω_{i4}^j — владіння навчальним матеріалом для j -го викладача; ω_{i5}^j — методичні здібності j -го викладача.

В якості бінарних відносин можна привести відношення ω_{i6}^j — i -й викладач є тьютором j -го об'єкта навчання, ($\omega_{i6}^j \in B \times O$), відносини "бути старшим за науковим званням", "краще володіти методикою викладання", які є підмножинами $B \times B$ і таке інше.

Прикладом тернарних відносин $\omega \in ZN \times B \times O$ є відношення " i -й викладач проводить заняття з j -м об'єктом навчання, використовуючи можливості електронної пошти та чату" і таке інше.

Множина заданих операцій $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ на Θ формується з підмножин операцій об'єктів процесу ДН B, O, ZN тобто можна сказати, що $\Lambda = \Lambda_B \cup \Lambda_O \cup \Lambda_{ZN}$.

Висновки. Проведена формалізація складових СДН дозволяє побудови ефективні зв'язки між її підсистемами і компонентами та знайти шляхи створення на базі новітніх

Обеспечение высокой готовности Вооруженных Сил Украины к выполнению задачий по назначению в современных условиях требует новых подходов к организации процесса обучения, в пределах которого осуществляется целесустримленный процесс приобретения необходимого уровня знаний, умений и навыков обучаемыми. Всесторонняя информатизация сферы военного образования и использование дистанционных технологий обучения позволяют существенно повысить его качество. Эффективная же работа систем дистанционного обучения нуждается в системном подходе к процессу дистанционного обучения и построении эффективных связей между ее подсистемами и компонентами. Поэтому актуальным становится вопрос исследования математических моделей систем дистанционного обучения с целью выявления наиболее важных ее составляющих, воздействие на которые будет способствовать повышению эффективности функционирования системы и обеспечивать рост уровня знаний, которые приобретаются в ее пределах военнослужащими Вооруженных Сил Украины.

Ключевые слова: дистанционное обучение, система дистанционного обучения, модель системы дистанционного обучения.

телекомуникаційних та інформаційних технологій такої системи, яка відповідатиме світовим стандартам з точки зору якості освіти та рівнів знань, умінь та навичок, що надаються об'єктам навчання в її межах.

Література

1. Наказ Міністра оборони України від 11 лютого 1994 року № 30 "Про введення в дію Концепції інформатизації Збройних Сил України".
2. Наказ Міністра оборони України від 20 травня 1995 року № 128 "Про першочергові заходи в галузі інформатизації Збройних Сил України".
3. Концепція створення системи дистанційного навчання у Збройних Силах України. — Львів, 2004. — 12 с.
4. Дистанційний навчальний процес : навч. посібник / В. М. Кухаренко, Н. Г. Сиротенко, Г. С. Молодих, Н. Є. Твердохлебова; за ред. В. Ю. Бикова, В. М. Кухаренка. — К. : Міленіум, 2005. — 292 с.
5. Образование и виртуальность — 2005. Сборник научных трудов 9-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования / под общ. ред. В. А. Гребенюка и В. В. Семенца. — Харьков-Ялта : УАДО, 2005. — 315 с.
6. Волкова В. Н. Теория систем : учеб. пособие / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — М. : Высш. шк., 2006. — 511 с.
7. Григорова А. А. Методы, алгоритмы и технологии контроля знаний в системах обучения : дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / А. А. Григорова. — Херсон, 2004. — 194 с.
8. Демина В. М. Методы и модели оценивания знаний в автоматизированных системах тестирования : дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / В. М. Демина. — Харьков, 2002. — 220 с.
9. Антофій Н. Н. Модели и методы информационной поддержки в компьютеризированных системах обучения : дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / Н. Н. Антофій. — Херсон, 2003. — 193 с.

Providing of high readiness of Military Powers of Ukraine to the jobs processing on purpose in modern terms requires new approaches to organization of process of studies, within the limits of which the purposeful process of acquisition of necessary level of knowledges, abilities and skills is carried out those, who studies. Comprehensive informatization of sphere of military education and use of distance learning technologies allow substantially to promote his quality. Effective work of distance learning systems needs systems approach to the process of distance learning and construction of effective connections between its subsystems and components. That is why the question of research of mathematical models of distance learning systems becomes actual with the purpose of exposure of important her constituents, influence on which will be instrumental in the increase of efficiency of functioning of the system and providing of growth of level of knowledges which are obtained in its scopes by the servicemen of Military Powers of Ukraine.

Key words: distance learning, distance learning system, distance learning system model.