Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління

УДК 355.53

DOI: 10.30748/nitps.2021.42.01

С.В. Годзь

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ НАВЧАЛЬНИХ ЗБОРІВ ІЗ ВІЙСЬКОВОЗОБОВ'ЯЗАНИМИ НА РІВЕНЬ ЇХ ПІДГОТОВКИ (НАВЧЕНОСТІ)

У статті викладені результати чисельного експерименту, які ґрунтуються на Методі оцінювання впливу результатів проведення навчальних зборів із військовозобов'язаними з урахуванням рівня відновлення ними в процесі навчання необхідних знань, умінь та навичок. Отримані унаслідок обчислень значення показників, що характеризують динаміку зміни (втрату, відновлення, наявність) інформації в пам'яті військовозобов'язаних, а також досягнутий ними рівень навченості, підтверджують працездатність запропонованого автором методу та можливість його подальшого використання в практиці бойової підготовки військ. На думку автора, використання цього методу сприятиме об'єктивності оцінювання впливу результатів проведення навчальних зборів із військовозобов'язаними на рівень їх підготовки (навченості). Це дозволить більш обґрунтовано підходити до визначення періодичності й тривалості проведення навчальних зборів із зазначеною категорією особового складу, що загалом підвищить якість планування БП з'єднань (частин).

Стаття є логічним продовженням попередніх публікацій автора за напрямом дослідження щодо методологічних основ розроблення комплексних програм бойової підготовки військових формувань сил оборони держави, зокрема з'єднань (частин) Збройних Сил України.

Ключові слова: сили оборони; з'єднання (частини); бойова підготовка; планування бойової підготовки; комплексна програма бойової підготовки; військовозобов'язані; навальні збори; знання, уміння, навички; методика (метод) дослідження.

Вступ

Постановка проблеми. Практика бойової підготовки (далі – БП) військ свідчить про те, що нині порядок оцінювання впливу результатів проведення навчальних зборів [1] із військовозобов'язаними (далі – В) на рівень їх підготовки (навченості) залишається нормативно не врегульованим. Це негативно відбивається на обґрунтованості періодичності та тривалості проведення навчальних зборів із вказаною категорією особового складу та ускладнює процес планування БП з'єднань (частин).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У попередніх публікаціях, зокрема в [2–5], були висвітлені результати аналізу існуючих методик оцінювання ефективності планування БП та рівня навченості військових формувань сил оборони. Зокрема встановлено, що існуючі методики не мають єдиних науково обґрунтованих підходів до оцінювання впливу результатів проведення навчальних зборів із

В на рівень їх підготовки (навченості), зокрема щодо відновлення у В раніше набутих знань, умінь та навичок. Зважаючи на це, в публікаціях [6–7] автором було розкрито основний зміст Методу оцінювання впливу результатів проведення навчальних зборів із В з урахуванням рівня відновлення ними в процесі навчання необхідних знань, умінь та навичок.

Метою статті є викладення результатів чисельного експерименту, що ґрунтуються на зазначеному вище методі та підтверджують його працездатність.

Виклад основного матеріалу

Простежимо динаміку зміни обсягу (кількості) інформації в пам'яті В з урахуванням відновлення цієї інформації під час проведення з В навчальних зборів. Експериментально встановлено, що у середньому протягом певного часу t за одиницю часу, наприклад, за $t = 1$ рік, В втрачає якусь частину

$0 \leq x_1 < 1$ засвоєної ним раніше (наприклад, під час попередніх навчальних зборів) інформації a_0 . Показник x_1 , що характеризує *середньорічну втрату* з пам'яті В раніше набутої інформації, визначається емпірично за результатами контрольного оцінювання рівня підготовки В відповідно до їх спеціальностей, наприклад, під час проведення перевірок зборів або в ході щорічного вивчення мобілізаційного людського резерву. Контрольне оцінювання рівня підготовки (навченості) В здійснюється шляхом їх тестування, опитування або іншим можливим способом (у дослідженні для визначення значень $0 \leq x_1 < 1$ розроблено відповідну шкалу оцінювання). Значення x_1 може також визначатися за результатами експертного оцінювання (спостережень) динаміки зміни обсягу інформації в пам'яті певних спеціалістів, маючи статистику її втрати (зниження в часі).

Припустимо, що швидкість часткового втрачання раніше набутої В інформації змінюється *нелінійно* (наприклад, за квадратичним законом) [6] відносно обсягу (кількості) α інформації що збері-

гається в пам'яті В у певний момент часу t (вимірюється у в “бітах”). Цю швидкість можна подати у вигляді $\frac{d\alpha}{dt} = -q \cdot \alpha^2$, біт/ одиниця часу, де $-q$, 1/рік

– *коефіцієнт втрати* інформації в одиницю часу (1 рік), виходячи з динаміки втрати з пам'яті В інформації, яка ним була набута з тієї чи іншої спеціальності (знак “–” свідчить про те, що обсяг (кількість) засвоєної раніше інформації убуває). Значення цього коефіцієнта обчислюються як $q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{x_1}{1-x_1}$,

1/рік [6]. За результатами обчислень [6] в табл. 1. наведені можливі значення *коефіцієнта втрати* q інформації в одиницю часу (1 рік) за умови, що, наприклад,

$$a_0 = 50 \text{ кбайт} = 50 \cdot 2^{10} \text{ байт} = 50 \cdot 1024 \text{ байт} = 50 \cdot 1024 \cdot 8 \text{ біт} = 409\,600 \text{ біт}$$

(середньостатистичне значення показника a_0), при цьому $0 \leq x_1 < 1$.

Таблиця 1

Можливі значення коефіцієнта втрати q інформації в одиницю часу (1 рік) за умови, що

$$a_0 = 50 \text{ кбайт} = 409\,600 \text{ біт}$$

Можливі значення $0 \leq x_1 < 1$	Значення $q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{x_1}{1-x_1}$, 1/рік.
0,1	$q = 0,0000002713$
0,2	$q = 0,0000006104$
0,3	$q = 0,0000010463$
0,4	$q = 0,0000016276$
0,5	$q = 0,0000024414$
0,6	$q = 0,0000036621$
0,7	$q = 0,0000056966$
0,8	$q = 0,0000097656$

З урахуванням значень x_1 та q визначається обсяг (кількість) інформації a_1 , що залишається в пам'яті В: $a_1 = a_0 - x_1 \cdot a_0 = \frac{1}{q + \frac{1}{a_0}}$ [6].

Для відновлення втрачених знань, умінь і навичок з В з певною періодичністю проводяться *навчальні збори* [1]. Для подальших обчислень у дослідженні введено показник κ – *коефіцієнт відновлення* інформації, виходячи з динаміки відновлення в пам'яті В інформації, яка ним була раніше набута з тієї чи іншої спеціальності та частково втрачена (за певний проміжок часу t) [6]. Для цього прийнято умову, за якої максимальний строк проведення навчальних зборів із В (відповідно до норм законодавства [1]) становить 2

місяці, що відповідає 360 навчальним годинам (45 навч. днів, по 8 навч. год). Цьому строку відповідає *коефіцієнт відновлення* інформації, значення якого приймається за $\kappa = 1$, при $0 < \kappa \leq 1$. Відповідно, $\kappa=0,9=324$ навч. год.; $\kappa=0,8=288$ навч. годин; $\kappa=0,7=252$ навч. год.; $\kappa=0,6=216$ навч. год.; $\kappa=0,5=180$ навч. год.; $\kappa=0,4=144$ навч. год.; $\kappa=0,3=108$ навч. год.; $\kappa=0,2=72$ навч. год.; $\kappa=0,1=36$ навч. год.

Нехай *швидкість* $\kappa \cdot \alpha$ відновлення (поповнення) інформації в пам'яті В в ході проведення навчальних зборів пропорційна обсягу (кількості) α інформації (вимірюється у “бітах”), що зберігається в пам'яті В у певний момент часу. Тоді процес зміни обсягу (кількості) інформації в пам'яті В (її втрачання і відновлення) може бути описаний диференціальним рівнянням (ДР)

$\frac{d\alpha}{dt} = -q \cdot \alpha^2 + \kappa \cdot a$, біт/1 рік [6], яке є рівнянням Бернуллі та розв'язується стандартним методом [8]. Провівши заміну змінної α на $z = \alpha^{-1}$, похідна за часом обчислюється як $z' = \frac{dz}{dt} = -a^{-2} \cdot \frac{d\alpha}{dt}$. Здійснивши відповідні перетворення, одержимо лінійне ДР $\frac{dz}{dx} + \kappa \cdot z = q$, що може бути розв'язане, наприклад, методом Фур'є [9–10]. Для цього ДР подається у вигляді добутку двох функцій від t : $z = u(t) \cdot v(t)$. Провівши необхідні обчислення, отримаємо ДР зі змінними, що розподіляються: $\frac{dv}{v} = -\kappa \cdot dt$, звідки $\ln v = -\kappa \cdot t$ або $v = e^{-\kappa \cdot t}$, тоді $v \cdot \frac{du}{dt} = q$ або $du = q \cdot e^{\kappa \cdot t} dt$; відповідно $u = q \cdot \frac{1}{\kappa} \cdot e^{\kappa \cdot t} + C$; $z = u(t) \cdot v(t) = \left(q \cdot \frac{1}{\kappa} \cdot e^{\kappa \cdot t} + C \right) \cdot e^{-\kappa \cdot t} = \frac{q}{\kappa} + C \cdot e^{-\kappa \cdot t} = a^{-1}$, де C – постійна інтегрування.

Тоді обсяг (кількість) α інформації, що зберігається в пам'яті людини, буде обчислюватися як: $a = \frac{1}{z} = \frac{\kappa}{q + \kappa \cdot C \cdot e^{-\kappa \cdot t}}$ [6]. Якщо у початковий момент ($t = 0$) кількість набутої раніше В інформації становила $\alpha = \alpha_0$ біт, тоді $a = a_0 = \frac{\kappa}{q + \kappa \cdot C}$, звідки

постійна інтегрування $C = \frac{1}{\alpha_0} - \frac{q}{\kappa}$; отже,

$$a = \frac{1}{z} = a_0 \cdot \frac{\kappa \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\kappa - a_0 \cdot q \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - a_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})}, \text{ біт}.$$

Простежимо поведінку функції $a(t)$ за різних значень t : за $t = 0$ маємо:

$$a(t) = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = a_0; \text{ при } t \rightarrow \infty \text{ одержується невизначеність типу } \infty / \infty, \text{ що розкривається за допомогою правила Лопіталя [11]:}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \alpha_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = \frac{\alpha_0 \cdot \frac{\kappa}{q} \cdot \kappa \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\alpha_0 \cdot \kappa \cdot e^{\kappa \cdot t}} = \frac{\kappa}{q}.$$

Тоді поточне значення рівня підготовки (навченості) δ В, яке відповідає залишку в його пам'яті протягом певного часу t необхідної інформації a ,

$$\text{дорівнюватиме: } \delta = \frac{a}{a_0} = \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})}, \text{ звідки}$$

впливає співвідношення між коефіцієнтами втрати q та відновлення κ інформації з (в) пам'яті В:

$$\frac{\kappa}{q} = \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})}{\delta - e^{\kappa \cdot t}} \geq 0 \text{ [6]. При цьому, час } t, \text{ протягом якого раніше засвоєний В обсяг інформації } \alpha_0 \text{ знизиться до рівня його підготовки (навченості)}$$

$$\delta = \frac{\alpha}{\alpha_0} \leq 1 \text{ унаслідок втрати й з урахуванням відно-$$

влення інформації з (в) пам'яті В, знайдеться як:

$$t = \frac{1}{\kappa} \cdot \ln \frac{\delta \cdot \left(\alpha_0 - \frac{\kappa}{q} \right)}{\delta \cdot \alpha_0 - \frac{\kappa}{q}} > 0, \text{ роки. Якщо експеримента-$$

льно встановлено, що в середньому протягом певного часу t за одиницю часу, наприклад за $t = 1$ рік, В втрачає якусь частину $0 \leq x_1 < 1$ набутої ним раніше інформації a_0 , тоді кількість (обсяг) інформації α_1 , що залишилася в пам'яті В в одиницю часу (1 рік), становитиме:

$$a_1 = a_0 - x_1 \cdot a_0 = a_0 \cdot (1 - x_1) = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa})},$$

$$\text{звідки } 1 - x_1 = \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa})}, \text{ а коефіцієнт } q, \text{ що}$$

характеризує ступінь втрачання В інформації (біт) в одиницю часу (1 рік), буде виражатися через x_1 та κ

$$\text{як: } q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot (1 - x_1 - e^{\kappa})}{(1 - x_1) \cdot (1 - e^{\kappa})} = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot \left(1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1} \right)}{1 - e^{\kappa}}, \text{ 1/рік}$$

[6]. Наприклад, за умови, що $a_0 = 50 \text{ кбайт} = 409\,600 \text{ біт}$, $x_1 = 0,2$, $\kappa = 0,8$, значення q дорівнюватиме:

$$q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot \left(1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1} \right)}{1 - e^{\kappa}} = \frac{1}{409\,600} \cdot \frac{0,8 \cdot \left(1 - \frac{2,718^{0,8}}{1 - 0,2} \right)}{1 - 2,718^{0,8}} = 0,0000028398.$$

Як видно, при $x_1 = 0,2$, за $\kappa = 0,8$ значення q є меншим порівняно з раніше обчисленим q (табл. 1), де $q = 0,000006104$. Тоді, на відміну від

$$\frac{\kappa}{q} = \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{-\kappa t})}{\delta - e^{-\kappa t}} \geq 0 \quad [6]:$$

$$\frac{\kappa}{q} = \frac{\alpha_0 \cdot (1 - e^{-\kappa})}{1 - \frac{e^{-\kappa}}{1 - x_1}}, \quad 1/\text{рік}. \quad (1)$$

В табл. 2 наведені можливі значення $\frac{\kappa}{q}$ (1) в одиницю часу ($t = 1$ рік) за умови, що $\kappa = 1 = 360 \text{ навч.год.}$; $\kappa = 0,8 = 288 \text{ навч.год.}$, $\kappa = 0,5 = 180 \text{ навч.год.}$, $a_0 = 50 \text{ кбайт} = 50 \cdot 1024 \cdot 8 \text{ біт} = 409\,600 \text{ біт}$, при $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$.

Таблиця 2

Можливі значення $\frac{\kappa}{q}$ (1) в одиницю часу ($t = 1$ рік) за умови, що $\kappa = 1 = 360 \text{ навч.год.}$;

$\kappa = 0,8 = 288 \text{ навч.год.}$, $\kappa = 0,5 = 180 \text{ навч.год.}$, $a_0 = 50 \text{ кбайт} = 50 \cdot 1024 \cdot 8 \text{ біт} = 409\,600 \text{ біт}$, при $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$

Частина x_1 інформації, що втрачається людиною в середньому за $t = 1$ рік		Обчислені значення $\frac{\kappa}{q} = \frac{\alpha_0 \cdot (1 - e^{-\kappa})}{1 - \frac{e^{-\kappa}}{1 - x_1}}$ 1/рік
		За умови, що коефіцієнт відновлення інформації в пам'яті людини (κ) становить $\kappa = 1 = 360 \text{ навч. год.}$
$0 \leq x_1 < 1$	0,1	348,4
	0,2	293,5
	0,3	244,1
	0,4	199,35
	0,5	158,6
	0,6	121,4
	0,7	87,31
	0,8	56,02
		За умови, що коефіцієнт відновлення інформації в пам'яті людини (κ) становить $\kappa = 0,8 = 288 \text{ навч. год.}$
$0 \leq x_1 < 1$	0,1	341,4
	0,2	281,7
	0,3	230,3
	0,4	185,3
	0,5	145,5
	0,6	109,9
	0,7	78,20
	0,8	49,56
		За умови, що коефіцієнт відновлення інформації в пам'яті людини (κ) становить $\kappa = 0,5 = 180 \text{ навч. год.}$
$0 \leq x_1 < 1$	0,1	319,5
	0,2	250,5
	0,3	196,0
	0,4	152,1
	0,5	115,7
	0,6	85,15
	0,7	59,11
	0,8	36,69

З урахуванням значень x_1 , q , κ , $\frac{\kappa}{q}$ з часом t кількість (обсяг) інформації, що залишилася в пам'яті В, становитиме [6]:

$$a = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{-\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{-\kappa t})} = a_0 \cdot \frac{e^{-\kappa t}}{\frac{e^{-\kappa}}{1 - x_1}} =$$

$$= a_0 \cdot (1 - x_1) \cdot e^{-\kappa(t-1)}, \quad \text{біт}, \quad 0 \leq x_1 < 1.$$

Тоді, поточне значення рівня підготовки (навченості) δ В [6], що відповідає залишку в його

пам'яті протягом певного часу t необхідної інформації a , може бути обчислене як:

$$\delta = \frac{a}{a_0} = \frac{\frac{\kappa \cdot e^{\kappa \cdot t}}{q}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = \frac{\frac{e^{\kappa \cdot t}}{1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}}}{\frac{1}{1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}} - \frac{1 - e^{\kappa \cdot t}}{1 - e^{\kappa}}} = \frac{e^{\kappa \cdot t}}{1 - \left(1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}\right) \cdot \frac{1 - e^{\kappa \cdot t}}{1 - e^{\kappa}}} \leq 1. \quad (3)$$

В табл. 3 наведені обчислені (3) значення δ В за умови, що періодичність проведення навчальних зборів з В становить: $t = 2$ роки, $t = 4$ роки, $t = 6$ років; при цьому $0 < \delta \leq 1$; $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$.

На рис. 1, 2, 3, відповідно до табл. 3, графічно показано динаміку зміни рівня навченості δ (3) В залежно від значень t , x_1 та $\frac{\kappa}{q}$, $1/\text{рік}$ (1) (табл. 2), при $\kappa = 1; 0,8; 0,5$; за $0 < \delta \leq 1$, $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$.

Таблиця 3

Досягнутий рівень підготовки (навченості) δ (3) В при умові, що періодичність проведення навчальних зборів становить: $t = 2$ роки, $t = 4$ роки, $t = 6$ років; при цьому $0 < \delta \leq 1$; $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$

Частина x_1 інформації, що втрачається в середньому за $t = 1$ рік, $0 \leq x_1 < 1$	Досягнутий рівень підготовки (навченості) військовозобов'язаних								
	$\delta = \frac{e^{\kappa \cdot t}}{1 - \left(1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}\right) \cdot \frac{1 - e^{\kappa \cdot t}}{1 - e^{\kappa}}} \leq 1, \quad 0 < \delta \leq 1$								
	Значення коефіцієнта відновлення навченості κ , $0 < \kappa \leq 1$								
	$\kappa = 1$ (360 н/г.)	$\kappa = 0,9$ (324 н/г.)	$\kappa = 0,8$ (288 н/г.)	$\kappa = 0,7$ (252 н/г.)	$\kappa = 0,6$ (216 н/г.)	$\kappa = 0,5$ (180 н/г.)	$\kappa = 0,4$ (144 н/г.)	$\kappa = 0,3$ (108 н/г.)	$\kappa = 0,2$ (72 н/г.)
Періодичність проведення навчальних зборів: $t = 2$ роки									
0,1	0,868	0,864	0,861	0,858	0,856	0,850	0,844	0,838	0,832
0,2	0,745	0,739	0,734	0,728	0,720	0,714	0,708	0,702	0,696
0,3	0,631	0,622	0,617	0,609	0,601	0,592	0,583	0,574	0,572
0,4	0,523	0,512	0,508	0,501	0,492	0,483	0,474	0,465	0,457
0,5	0,422	0,413	0,408	0,400	0,392	0,384	0,375	0,367	0,360
0,6	0,328	0,320	0,316	0,308	0,300	0,293	0,286	0,280	0,273
0,7	0,239	0,234	0,228	0,223	0,216	0,211	0,206	0,201	0,197
0,8	0,155	0,140	0,147	0,143	0,138	0,125	0,113	0,103	0,093
Періодичність проведення навчальних зборів: $t = 4$ роки									
0,1	0,853	0,839	0,838	0,827	0,818	0,799	0,790	0,777	0,764
0,2	0,720	0,699	0,697	0,682	0,665	0,646	0,628	0,609	0,592
0,3	0,600	0,583	0,572	0,556	0,537	0,515	0,494	0,474	0,454
0,4	0,491	0,472	0,463	0,446	0,427	0,406	0,349	0,300	0,258
0,5	0,392	0,375	0,365	0,349	0,332	0,312	0,293	0,275	0,254
0,6	0,300	0,281	0,277	0,263	0,249	0,233	0,218	0,204	0,191
0,7	0,217	0,206	0,197	0,187	0,178	0,163	0,149	0,137	0,125
0,8	0,139	0,130	0,126	0,118	0,110	0,102	0,095	0,088	0,081
Періодичність проведення навчальних зборів: $t = 6$ років									
0,1	0,838	0,815	0,816	0,797	0,781	0,753	0,739	0,720	0,702
0,2	0,708	0,679	0,678	0,657	0,635	0,608	0,588	0,565	0,544
0,3	0,589	0,566	0,557	0,536	0,513	0,485	0,462	0,439	0,417
0,4	0,483	0,458	0,421	0,430	0,408	0,382	0,327	0,278	0,237
0,5	0,345	0,364	0,325	0,336	0,317	0,284	0,274	0,255	0,233
0,6	0,275	0,273	0,249	0,253	0,238	0,209	0,204	0,189	0,175
0,7	0,213	0,200	0,182	0,180	0,170	0,143	0,139	0,127	0,115
0,8	0,137	0,126	0,122	0,114	0,105	0,096	0,088	0,082	0,074

Рис. 1. Динаміка зміни рівня навченості δ (3) В від значень x_1 , $\frac{\kappa}{q}$, 1/ рік (табл. 2), за умови, що періодичність проведення навчальних зборів становить $t = 2$ роки , при: $\kappa = 1; 0,8; 0,5$; за $0 < \delta \leq 1$; $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$

Рис. 2. Динаміка зміни рівня навченості δ (3) В залежно від значень x_1 , $\frac{\kappa}{q}$, 1/ рік (1) (табл. 2), за умови, що періодичність проведення навчальних зборів становить $t = 4$ роки , при: $\kappa = 1; 0,8; 0,5$; за $0 < \delta \leq 1$; $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$

Рис. 3. Динаміка зміни рівня навченості δ (3) в залежності від значень x_1 , $\frac{\kappa}{q}$, $1/\text{рік}$ (1) (табл. 2), за умови, що періодичність проведення навчальних зборів становить $t = 6$ років, при: $\kappa = 1; 0,8; 0,5$; за $0 < \delta \leq 1$; $0 \leq x_1 < 1$; $0 < \kappa \leq 1$

Слід зазначити, що за прийнятих умов час t , протягом якого раніше засвоєний В обсяг інформації α_0 знизиться до рівня його підготовки (навченості) $\delta = \frac{\alpha}{\alpha_0} \leq 1$ унаслідок втрати (q) та з урахуванням відновлення (κ) в пам'яті В інформації, знайдеться як [6]:

$$t = \frac{1}{\kappa} \cdot \ln \frac{\delta \cdot \left(\alpha_0 - \frac{\kappa}{q} \right)}{\delta \cdot \alpha_0 - \frac{\kappa}{q}} > 0, \text{ роки.} \quad (4)$$

Відповідно до даних табл. 3, побудуємо графіки залежностей (рис. 4) величини $\delta \leq 1$ (3) з параметром $t = 2, t = 4, t = 6$ років від значень $\frac{\kappa}{q}$, $1/\text{рік}$, за умови, що $\kappa = 1$.

Висновки

1. З урахуванням значень табл. 2–3 та графіків (рис. 1–3) можна зробити висновки про динаміку

зміни рівня навченості δ (3) в залежності від значень x_1 та $\frac{\kappa}{q}$, $1/\text{рік}$ (1) (табл. 2), при умові, що періодичність проведення навчальних зборів становить: $t = 2$ роки, $t = 4$ роки, $t = 6$ років; при $\kappa = 1 = 360$ н/год.; $\kappa = 0,8 = 288$ н/год.; $\kappa = 0,5 = 180$ н/год.; $0 < \delta \leq 1$, $0 \leq x_1 < 1$.

Встановлено:

1) якщо, періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t = 2$ роки, то у разі збільшення значення коефіцієнта відновлення інформації κ в пам'яті В з $\kappa = 0,5$ до $\kappa = 1$ рівень його навченості δ підвищується:

– за $\kappa = 0,5$: з $\delta = 0,125$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,850$ (при $x_1 = 0,1$);

– за $\kappa = 0,8$: з $\delta = 0,147$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,861$ (при $x_1 = 0,1$);

– за $\kappa = 1$: з $\delta = 0,155$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,868$ (при $x_1 = 0,1$).

Рис. 4. Залежність величини $\delta \leq 1$ (3) з параметром $t = 2, 4, 6$ років від значень $\frac{\kappa}{q}$, $1/\rho_{ik}$, за умови, що $\kappa = 1$

Графічно функції $y = f(x)$, що відображають рівень навченості δ (відновлення у В раніше набутих знань, умінь і навичок, який відбувається з проміжком $t = 2$ роки) залежно від прийнятих значень x_1 , $\frac{\kappa}{q}$, $1/\rho_{ik}$ та $\kappa=1$; 0,8; 0,5, є прямими, що паралельні між собою. За $\kappa=1 \rightarrow 0,5$ ці прямі зміщуються вліво і вниз відносно осі ординат δ , що логічно.

При цьому, за $\kappa=1$, співвідношення $\frac{\kappa}{q}$, $1/\rho_{ik}$ (1)

знижуються з $\frac{\kappa}{q} = 348,4$ (при $x_1 = 0,1$) до $\frac{\kappa}{q} = 56,02$

(при $x_1 = 0,8$); за $\kappa=0,8$, співвідношення $\frac{\kappa}{q}$ зни-

жуються з $\frac{\kappa}{q} = 341,4$ (при $x_1 = 0,1$) до $\frac{\kappa}{q} = 49,56$

(при $x_1 = 0,8$); за $\kappa=0,5$, співвідношення $\frac{\kappa}{q}$ зни-

жуються з $\frac{\kappa}{q} = 319,5$ (при $x_1 = 0,1$) до $\frac{\kappa}{q} = 36,69$ (при $x_1 = 0,8$);

2) якщо, періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t=4$ роки, то у разі збільшення значення κ з $\kappa=0,5$ до $\kappa=1$ рівень навченості δ В також підвищується:

– за $\kappa=0,5$: з $\delta=0,102$ (при $x_1=0,8$) до $\delta=0,799$ (при $x_1=0,1$);

– за $\kappa=0,8$: з $\delta=0,126$ (при $x_1=0,8$) до $\delta=0,838$ (при $x_1=0,1$);

– за $\kappa=1$: з $\delta=0,139$ (при $x_1=0,8$) до $\delta=0,853$ (при $x_1=0,1$).

Як видно, порівняно з $t=2$ роки, досягнутий рівень навченості δ за періодичності проведення навчальних зборів $t=4$ роки є нижчим. Як і в попередньому випадку за $\kappa=1 \rightarrow 0,5$ лінії кожного з цих графіків зміщуються вліво і вниз відносно осі

ординат δ , при цьому, за $\kappa = 1, \kappa = 0,8, \kappa = 0,5$, зміна значень співвідношення $\frac{\kappa}{q}, 1/pik$ (1) відбувається аналогічно попередньому випадку. При умові, що $t = 4$ роки, а $\kappa = 1, \kappa = 0,8, \kappa = 0,5$, лінії, що характеризують відповідні їм рівні навченості δ , порівняно з попереднім випадком за $t = 2$ роки, є більш увігнутими відносно осі абсцис x_1 , що природно;

3) якщо, періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t = 6$ років, то в разі збільшення значення коефіцієнта κ з $\kappa = 0,5$ до $\kappa = 1$ рівень навченості В, як і в попередніх випадках, підвищується:

– за $\kappa = 0,5$: з $\delta = 0,069$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,753$ (при $x_1 = 0,1$);

– за $\kappa = 0,8$: з $\delta = 0,122$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,816$ (при $x_1 = 0,1$);

– за $\kappa = 1$: з $\delta = 0,137$ (при $x_1 = 0,8$) до $\delta = 0,838$ (при $x_1 = 0,1$).

Як видно, порівняно з $t = 2$ та $t = 4$ роки, досягнутий рівень навченості δ за $t = 6$ років є нижчим. Як і в попередніх випадках за $\kappa = 1 \rightarrow 0,5$ лінії кожного з цих графіків за зміщуюся вліво і вниз відносно осі ординат δ , при цьому, за $\kappa = 1, \kappa = 0,8, \kappa = 0,5$, зміна значень співвідношення $\frac{\kappa}{q}, 1/pik$ (1) відбувається аналогічно попередньому випадку. При умові, що $t = 6$ років, а $\kappa = 1, \kappa = 0,8, \kappa = 0,5$, лінії (криві), що характеризують відповідні їм рівні навченості δ , є більш увігнутими, порівняно з періодичністю проведення навчальних зборів $t = 2$ та 4 роки, відносно осі абсцис x_1 , що природно.

2. Відповідно до даних табл. 3 та згідно графіка (рис. 4) можна прослідкувати залежність динаміки зміни рівня навченості В $\delta \leq 1$ (3), від значень показників $\frac{\kappa}{q}$ (за умови, що $\kappa = 1; 0,8; 0,5$) та періодичності проведення навчальних зборів із даною категорією особового складу, а саме:

– за умови, якщо $\kappa = 1$, а періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t = 2$ роки,

то у разі збільшення співвідношення $\frac{\kappa}{q}$ з $\frac{\kappa}{q} = 56,02$

до $\frac{\kappa}{q} = 348,4$, що пропорційно зменшенню величин

$x_1 = 0,8 \rightarrow 0,1$, рівень навченості δ В зростає з $0,155$

до $0,868$;

– за умови, якщо $\kappa = 1$, а періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t = 4$ роки,

то у разі збільшення співвідношення $\frac{\kappa}{q}$ з $\frac{\kappa}{q} = 56,02$

до $\frac{\kappa}{q} = 348,4$, що пропорційно зменшенню величин

$x_1 = 0,8 \rightarrow 0,1$, рівень навченості δ В зростає з $0,139$ до $0,853$;

– за умови, що $\kappa = 1$, а періодичність проведення навчальних зборів із В становить $t = 6$ років,

то в разі збільшення співвідношення $\frac{\kappa}{q}$ з $\frac{\kappa}{q} = 56,02$

до $\frac{\kappa}{q} = 348,4$, що пропорційно зменшенню величин

$x_1 = 0,8 \rightarrow 0,1$, рівень навченості δ В зростає з $0,137$ до $0,838$;

Як видно, за $t = 6$ років, порівняно з $t = 2$ та $t = 4$ роки, досягнутий рівень навченості δ є нижчим. Відповідно, за умови збільшення періодичності проведення навчальних зборів ($t = 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6$ років) лінії (прямі) кожного з цих графіків зміщуюся вправо і вниз до осі абсцис $\frac{\kappa}{q}, 1/pik$, що природно.

І навпаки, якщо відбувається скорочення періодичності проведення навчальних зборів ($t = 6 \rightarrow 4 \rightarrow 2$ роки) лінії (прямі) кожного з графіків зміщуюся вліво і вгору відносно осі ординат δ , що свідчить про зростання рівня навченості δ В.

3. За результатами аналізу даних табл. 2–3 та графіків (1–4) можна дійти висновку про те, що зі

збільшенням показника $\frac{\kappa}{q}, 1/pik$ зростає й вели-

чина δ , так як збільшення значення κ свідчить, про більш інтенсивне відновлення в пам'яті В необхідної інформації (знань, умінь, навичок). Це характерно для кожного із наведених вище часових показників щодо періодичності проведення навчальних зборів ($t = 6 \rightarrow 4 \rightarrow 2$ роки). Логічним є й те, що рівень навченості δ В зростатиме більш інтенсивно, у разі коли періодичність проведення навчальних зборів, тобто міжзборовий проміжок часу, буде меншим. Отримані результати певною мірою підтверджують попередні обчислення щодо періодичності проведення навчальних зборів із В залежно від лінійного [3; 5] та нелінійного [4–5] варіантів швидкості часткового втрачання ними раніше набутої інформації. Так, при лінійній залежності – втрати інформації з пам'яті В *більші*, а тому, періодичність проведення навчальних зборів – міжзборовий про-

міжок часу має бути меншим; при нелінійній залежності – втрати інформації з пам'яті В менші, а тому, періодичність проведення навчальних зборів – міжзборовий проміжок часу може бути більшим. Відповідно, при лінійній залежності періодичність t проведення навчальних зборів із В становить у середньому $t = 2-4$ роки; у випадку нелінійної залежності швидкості втрачання інформації періодичність проведення навчальних зборів із В становить у середньому $t = 3-6$ років.

4. Результати чисельного експерименту свідчать про те, що використання в практиці БП військ зазначеного вище методу сприятиме об'єктивності оцінювання впливу результатів проведення навча-

льних зборів із В на рівень відновлення ними в процесі навчання необхідних знань, умінь та навичок, що, в свою чергу, дозволить більш обґрунтовано підходити до визначення періодичності й тривалості проведення навчальних зборів із зазначеною категорією особового складу та в цілому підвищить якість планування БП з'єднань (частин).

Викладений у статті матеріал є логічним продовженням попередніх публікацій автора за напрямом дослідження, зокрема [12–14], щодо методологічних основ розроблення комплексних програм БП військових формувань сил оборони держави, зокрема з'єднань (частин) Збройних Сил України.

Список літератури

1. Закон України “Про військовий обов’язок і військову службу” (ст. 29. Проходження зборів військовозобов’язаними та резервістами) // Відомості ВР України. – 1992. – № 27. – Ст. 385 (зі змінами від 2018 р.)
2. Можаровський В.М. Аналіз існуючих методик оцінювання ефективності планування бойової підготовки та рівня навченості військових формувань сил оборони держави / В.М. Можаровський, С.В. Годзь // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – 2019. – № 2(88). – С. 77-90.
3. Годзь С.В. Математична модель планування періодичності проведення навчальних зборів із військовозобов’язаними з урахуванням лінійної залежності швидкості втрачання ними раніше набутих знань, умінь та навичок / С.В. Годзь, Г.А. Саковський // Зб. матер. семін. (Київ, 31 жовт. 2019 р.). – Київ: ЦНДІ ЗС України, 2019. – Вип. 2(27). С. 128-142.
4. Можаровський В.М. Математична модель планування періодичності проведення навчальних зборів із військовозобов’язаними з урахуванням нелінійної залежності швидкості втрачання ними раніше набутої інформації / В.М. Можаровський, С.В. Годзь // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – Київ, 2020. – № 1(91).
5. Годзь С.В. Обґрунтування періодичності проведення навчальних зборів із військовозобов’язаними з урахуванням лінійної та нелінійної залежності швидкості втрачання ними раніше набутих знань, умінь і навичок / С.В. Годзь // Труді університету: зб. наук. пр. НУО України ім. І. Черняховського. – Київ, 2020. – № 1(57). – С. 125-142.
6. Годзь С.В. Оцінювання результатів проведення навчальних зборів із військовозобов’язаними з урахуванням рівня відновлення ними в процесі навчання необхідних знань, умінь та навичок / С.В. Годзь // Труді університету: зб. наук. пр. НУО України ім. І. Черняховського. – Київ, 2020. – № 1(62). – С. 156-167.
7. Математичні основи теорії утримання військ за ступенем їх готовності: монографія / І.С. Романченко, В.О. Шуєнкін, Г.А. Саковський, С.В. Годзь. – Київ: ЦНДІ ЗС України, 2019. – 220 с.
8. Завойко Б.М. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі / Б.М. Завойко, Н.П. Лещій; за ред. В.М. Жука. – Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 120 с.: іл.+ додатки. – (Вища освіта в Україні). – ISBN 966-7827-44-5 (PDF-файл).
9. Evans L.C. Partial Differential Equations, Providence: American Mathematical Society / L.C. Evans. – 1998. – ISBN 0-8218-0772-2.
10. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики / М.О. Перестюк, В.В. Маринець. – К.: Либідь, 2001. – 336 с.
11. Клепко В.Ю. Правило Лопітала та застосування його до знаходження границь функцій / В.Ю. Клепко, В.Л. Голець // Вища математика в прикладах і задачах. – 2-ге видання. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – С. 270. – 594 с.
12. Можаровський В.М. Ключові аспекти методологічних основ розроблення комплексних програм бойової підготовки військових формувань сил оборони держави / В.М. Можаровський, С.В. Годзь // Збірник наукових праць ХНУПС ім. І. Кожедуба. – Харків, 2019. – Вип. 4(62). – С. 7-17. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.62.01>.
13. Годзь С.В. Математична модель визначення загального обсягу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки військового формування типу з’єднання (частина) будь-якого ступеня готовності / С.В. Годзь, В.М. Можаровський // Системи обробки інформації. – 2020. – № 2(161). – С. 47-58. <https://doi.org/10.30748/soi.2020.161.06>.
14. Годзь С.В. Оптимізації розподілу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки з’єднання (частини) між спеціалістами (підрозділами) родів військ / С.В. Годзь, В.М. Можаровський, Р.В. Пантюшенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2020. – № 3(40). – С. 25-35. <https://doi.org/10.30748/10.30748/nitps.2020.40.03>.

Надійшла до редколегії 03.12.2020

Схвалена до друку 05.01.2021

Відомості про автора:

Годзь Сергій Віталійович

кандидат військових наук старший дослідник
старший науковий співробітник Центрального
науково-дослідного інституту Збройних Сил України,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7860-2330>

Information about the author:

Sergii Godz

Candidate of Military Sciences Senior Research
of the Central Scientific and Research Institute
of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7860-2330>

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ОЦЕНИВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УЧЕБНЫХ СБОРОВ
С ВОЕННООБЯЗАННЫМИ НА УРОВЕНЬ ИХ ПОДГОТОВКИ (ОБУЧЕННОСТИ)**

С.В. Годзь

В статье изложены результаты численного эксперимента, основывающиеся на Методе оценивания влияния результатов проведения учебных сборов с военнообязанными с учетом уровня восстановления ими в процессе обучения необходимых знаний, умений и навыков. Полученные в результате вычислений значения показателей, характеризующие динамику изменения (потерю, восстановление, наличие) информации в памяти военнообязанных, а также достигнутый ими уровень обученности, подтверждают работоспособность предложенного автором метода, а также возможность его дальнейшего использования в практике боевой подготовки войск. По мнению автора, использование этого метода будет способствовать объективности оценивания влияния результатов проведения учебных сборов с военнообязанными на уровень их подготовки (обученности). Это позволит более обоснованно подходить к определению периодичности и продолжительности проведения учебных сборов с указанной категорией личного состава, что в целом повысит качество планирования БП соединений (частей).

Статья является логическим продолжением предыдущих публикаций автора по данному направлению исследования, касающемуся методологических основ разработки комплексных программ боевой подготовки воинских формирований сил обороны государства, в частности соединений (частей) Вооруженных Сил Украины.

Ключевые слова: силы обороны; соединения (части); боевая подготовка; планирование боевой подготовки; комплексная программа боевой подготовки; военнообязанные; учебные сборы; знания, умения, навыки; методика (метод) исследования.

**RESULTS OF THE NUMERICAL EXPERIMENT OF EVALUATION OF THE INFLUENCE
OF TRAINING MEETINGS ON CONSCRIPTS ON THE LEVEL OF THEIR TRAINING (EDUCATION)**

S. Hodz

The article presents the results of a numerical experiment, which are based on the Method of assessing the influence of the results of training meetings with conscripts, taking into account the level of their recovery in the process of learning the necessary knowledge, skills and abilities. The values of indicators that characterize the dynamics of change (loss, recovery, availability) of information in the memory of conscripts, as well as the level of training achieved by them, confirm the efficiency of the proposed method and the possibility of its further use in combat training. According to the author, the use of this method will contribute to the objectivity of evaluating the influence of the results of training meetings with conscripts on the level of their training (education).

The results obtained to some extent also confirm the preliminary calculations on the frequency of training meetings with conscripts, depending on the linear and nonlinear options for the rate of partial loss of previously acquired information.

This will allow a more reasonable approach to determining the frequency and duration of training meetings with the specified category of personnel, which will generally improve the quality of planning of combat capabilities of formations (units).

The article is a logical continuation of the author's previous publications in the direction of research on the methodological basis for the development of comprehensive combat training programs for military formations of the state defense forces, in particular units of the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: defense forces; formations (units); combat training; combat training planning; comprehensive combat training program; conscripts; training meetings; knowledge, skills, abilities; research methodology (method).