

Владимир БОГДАНОВИЧ³⁰

Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine

e-mail: bogdnr11@gmail.com

ORCID 0000-0003-0481-9454

Сергей ГОДЗЬ³¹

Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine

e-mail: sergiigodz1968@ukr.net

ORCID 0000-0002-7860-2330

Роман ПАНТЮШЕНКО³²

Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine

e-mail: prvm79@ukr.net

ORCID 0000-0002-9301-9389

Методический подход к оцениванию результатов проведения учебных сборов с военнообязанными

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodyczne podejście do oceny wyników przeprowadzania szkoleń wojskowych. Obecnie procedura oceny wyników przeprowadzania szkoleń żołnierzy nie posiada wystarczających regulacji prawnych. Proponowana przez autorów metoda oceny omawianych wyników, pozwala ocenić dynamikę zmian poziomu szkolenia z uwzględnieniem poziomu niezbędnej wiedzy i umiejętności żołnierzy.

Słowa kluczowe: siły obronne, wojsko, szkolenie bojowe, planowanie szkolenia wojskowego. wiedza, umiejętności, program szkolenia bojowego, techniki, metody badawcze.

³⁰ Doctor of Technical Sciences Professor Chief Research of Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

³¹ Candidate of Military Sciences, Senior Researcher of the Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

³² Senior Researcher of the Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Abstract. The article describes the essence of the methodological approach to assessing the results of training courses with Reserve component. The relevance of the work is due to the fact that at present the procedure for assessing the results of training courses with Reserve component remains normatively unregulated. This has a negative effect both on the substantiation of the frequency and duration of training courses with the indicated category of personnel and on the planning of the combat training of formations (units) as a whole. The results of the analysis of the existing methods (techniques) for assessing the effectiveness of combat training of military formations of the defense forces, as well as its planning, indicate that they do not provide for a unified scientifically grounded approach to assessing the impact of the results of conducting a training courses with Reserve component on the level of their preparation (training), in particular, to restore by them in the process of training previously acquired knowledge, skills and abilities.

The method proposed by the authors for assessing the impact of the results of conducting a training courses with Reserve component, taking into account the level of recovery by them in the process of learning the necessary knowledge, skills and abilities, allows us to trace the dynamics of changes in the level of preparation (training) of those Reserve component following the results of training courses with them. Executable mathematical models formalize the relationship between such indicators as the presence and dynamics of changes in information in the memory of a conscript, the loss rate and the coefficient of recovery in the memory of a conscript of necessary information, the current and required level of his training, the frequency and duration of training courses.

The article is a logical continuation of the previous publications of the authors on the research topic concerning the methodological foundations of the development of comprehensive combat training programs of military formations of the state defense forces, in particular, formations (units) of the Armed Forces of Ukraine.

Key words: defense forces; forces (unit); Reserve component; combat training; combat training planning; knowledge, skills, abilities; Comprehensive combat training program; training courses; research methodologies and methods.

Аннотация. В статье изложена сущность методического подхода к оцениванию результатов проведения учебных сборов с военнообязанными. Актуальность работы обусловлена тем, что в настоящее время порядок оценивания результатов проведения

учебных сборов с военнообязанными остается нормативно не урегулированным. Это отрицательно сказывается как на обосновании периодичности и продолжительности проведения учебных сборов с указанной категорией личного состава, так и на планировании боевой подготовки соединений (частей) в целом. Результаты анализа существующих методов (методик) оценивания эффективности боевой подготовки воинских формирований сил обороны, а также ее планирования, свидетельствуют о том, что они не предусматривают единого научно обоснованного подхода к оцениванию влияния результатов проведения учебных сборов с военнообязанными на уровень их подготовки (обученности), в частности на восстановление ими в процессе обучения ранее приобретенных знаний, умений и навыков.

Предлагаемый авторами Метод оценивания влияния результатов проведения учебных сборов с военнообязанными с учетом уровня восстановления ими в процессе обучения необходимых знаний, умений и навыков позволяет проследить динамику изменения уровня подготовки (обученности) военнообязанных по итогам проведения с ними учебных сборов. Используемые математические модели формализуют взаимосвязь между такими показателями, как наличие и динамика изменения информации в памяти военнообязанного, коэффициент потери и коэффициент восстановления в памяти военнообязанного необходимой информации, текущий и требуемый уровень его обученности, периодичность и продолжительность учебных сборов.

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

Ключевые слова: силы обороны; соединение (часть); военнообязанные; боевая подготовка; планирование боевой подготовки; знания, умения, навыки; комплексная программа боевой подготовки; учебные сборы; методики, методы исследования.

Вступление.

Опыт боевой подготовки (БП) войск свидетельствует о том, что в настоящее время порядок оценивания результатов проведения учебных сборов с

военнообязанными (далее – В) остается нормативно не урегулированным. Это отрицательно сказывается как на обосновании периодичности и продолжительности проведения учебных сборов с указанной категорией личного состава, так и на планировании БП соединений (частей) в целом.

По мнению авторов, одним из возможных путей решения этой проблемы является разработка и внедрение в процесс БП войск комплексных программ БП воинских формирований типа соединение (часть), позволяющих, наряду с другими вопросами, обосновать требуемую периодичность и продолжительность проведения учебных сборов с В, а также более объективно оценивать их результаты^{33, 34, 35}.

Анализ последних исследований и публикаций.

В предыдущих публикациях, в частности в^{1, 2, 3, 36} были изложены результаты анализа существующих методик оценивания эффективности БП воинских формирований сил обороны. Установлено, что существующие методики не дают четкого и однозначного ответа на важный вопрос: по каким именно показателям необходимо оценивать влияние результатов проведения учебных сборов с В на уровень их подготовки (с учетом восстановления у В необходимых знаний, умений и навыков – ранее приобретенной информации)?

Цель статьи.

Цель статьи состоит в изложении методического подхода к оцениванию результатов проведения учебных сборов с В – *сущности Метода оценивания влияния результатов проведения учебных сборов с В с учетом уровня восстановления у них в процессе обучения необходимых знаний, умений и навыков.*

Статья является логическим продолжением предыдущих публикаций авторов по данному направлению исследования, в частности^{37, 38, 39, 40, 41, 42, 43}.

³³. І. С. Романченко, В. О. Шуєнкін, Г. А. Саковський, С. В. Годзь, *Математичні основи теорії утримання військ за ступенем їх готовності*, Київ 2019, s. 220.

³⁴. Можаровський В. М., Годзь С. В., *Ключові аспекти методологічних основ розроблення комплексних програм бойової підготовки військових формувань сил оборони держави*, "Збірник наукових праць ХНУПС ім. Івана Кожедуба. Харків" 2019, nr 4 (62), s. 7–17.

³⁵. Можаровський В. М., Годзь С. В., Саковський Г. А., *Методологічні основи розроблення комплексних програм бойової підготовки військових формувань сил оборони держави*, "Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України" 2019, nr 4 (90), s. 16–24.

³⁶. Можаровський В. М., Годзь С. В., Саковський Г. А., *Аналіз існуючих методик оцінювання ефективності планування бойової підготовки та рівня навченості військових формувань сил оборони держави*, "Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України" 2019, nr 3 (89), s. 77–90.

³⁷. Годзь С. В., *Математична модель планування періодичності проведення навчальних зборів із військовозобов'язаними з урахуванням лінійної залежності швидкості втрачання ними раніше набутих*

Основной текст.

Допустим, что скорость потери ранее приобретенной информации изменяется нелинейно, например, по квадратическому закону относительно объема (количества) α информации (измеряется в “битах”), сохраняемой в памяти B в определенный момент времени:

$$\frac{d\alpha}{dt} = -q \cdot \alpha^2, \quad \text{бит / единица времени.}$$

Для восстановления утраченных знаний, умений и навыков с B с определенной периодичностью проводятся учебные сборы (основная форма их подготовки).

Предположим, что скорость восстановления информации в памяти B пропорциональна значению $k \cdot \alpha$ относительно объема (количества) α информации, сохраняемой в его памяти. Тогда процесс изменения количества этой информации в памяти B (ее потеря и восстановление) может быть описан таким уравнением:

$$\frac{d\alpha}{dt} = -q \cdot \alpha^2 + k \cdot \alpha, \quad \text{бит / единица времени.} \quad (1)$$

где q – коэффициент потери, k – коэффициент восстановления информации в памяти B (коэффициенты подлежащие определению, исходя из динамики потери и

знань, умінь та навичок / С. В. Годзь, Г. А. Саковський: Збірник матеріалів семінарів 2019, nr 2(27). К.: ЦНДІ ЗС України, 2019, s. 128–142.

³⁸. 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*, “Труди університету: збірник наукових праць НУО України ім. Івана Черняховського” 2020, nr 1 (57), s. 125–142.

³⁹. Годзь С. В., *Обґрунтування загального обсягу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки військового формування типу з'єднання (частина) будь-якого ступеня готовності*, “Труди університету: збірник наукових праць НУО України ім. Івана Черняховського” 2020, nr 2 (158), s. 120–132.

⁴⁰. Годзь С. В., *Оптимізаційна задача розподілу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки з'єднання (частини) між спеціалістами (підрозділами) родів військ для досягнення заданого рівня їх навченості*, Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України 2020, nr 2 (93), s. 51–62.

⁴¹. Годзь С. В., Можаровський В. М., Пантюшенко Р. В., *Оптимізація розподілу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки з'єднання (частини) між спеціалістами (підрозділами) родів військ // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал ХНУПС ім. Івана Кожедуба* 2020, nr (40), s. 25–35.

⁴². Годзь С. В., *Оптимізація розподілу навчальних годин комплексної програми бойової підготовки з'єднання (частини) між спеціалістами (підрозділами) родів військ (нелінійний варіант)*, Труди університету: збірник наукових праць НУО України ім. Івана Черняховського 2020, nr 5 (161), s. 106–117.

⁴³. Годзь С. В., *Оптимізаційна задача розподілу навчальних годин Комплексної програми бойової підготовки між спеціалістами (підрозділами) родів військ для досягнення заданого рівня навченості з'єднання (частини)*, Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України 2020, nr 3 (94), s. 50–61.

восстановления в памяти В информации, ранее им приобретенной по той или иной специальности).

Полученное нелинейное дифференциальное уравнение (ДУ) первого порядка (1) является уравнением Бернулли, которое решается стандартным для данного ДУ методом^{44, 45}. Для этого разделим обе части уравнения на α^2 :

$$a^{-2} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = -q + \frac{\kappa}{a} \quad \text{или} \quad a^{-2} \cdot \frac{d\alpha}{dt} - \frac{\kappa}{a} = -q. \quad (2)$$

Проведем замену α на z :

$$z = \alpha^{-1}, \quad (3)$$

тогда производная по времени вычисляется обычным порядком:

$$z' = \frac{dz}{dt} = -a^{-2} \cdot \frac{d\alpha}{dt}.$$

Подставив это значение в (2), получим:

$$-\frac{dz}{dx} - \kappa \cdot z = -q \quad \text{или} \quad \frac{dz}{dx} + \kappa \cdot z = q. \quad (4)$$

Это уже линейное ДУ, которое можно решить, например, методом Фурье^{46, 47, 48} таким способом:

ищем решение ДР (4) в виде производной двух функций от t :

$$z = u(t) \cdot v(t). \quad (5)$$

⁴⁴. Завойко Б.М., Лещій Н.П., *Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі*: навч. посібник для студ. Инж.-техн. спец. / 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).

⁴⁵. Колчунов В.І., *Теоретична та прикладна гідромеханіка*. Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2004. – 336 с. в Україні). – ISBN 966-598-174-9.

⁴⁶. Методичні розробки до вивчення нормативного курсу “Рівняння математичної фізики” (класифікація рівнянь другого порядку, формули Даламбера і Пуассона, метод відокремлення змінних) для студентів факультету кібернетики. Упоряд. С.О.Войцеховський, В.І.Гаркуша, М.П.Копистира та ін. – Київ, 2001, s. 65.

⁴⁷. Evans, L.C. (1998) *Partial Differential Equations*, Providence: American Mathematical Society. – ISBN 0-8218-0772-2.

⁴⁸. Перестюк М.О., Маринець В.В., *Теорія рівнянь математичної фізики*: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 2001.

Если
$$z' = \frac{dz}{dt} = v \cdot \frac{du}{dt} + u \cdot \frac{dv}{dt};$$

(6)

то, подставляя (5), (6) в (4), получим:

$$v \cdot \frac{du}{dt} + u \cdot \frac{dv}{dt} + \kappa \cdot u(t) \cdot v(t) = q \quad \text{или} \quad u \cdot \left[\frac{dv}{dt} + \kappa \cdot v(t) \right] + v \cdot \frac{du}{dt} = q.$$

(7)

Выберем функцию v такой, чтобы $\frac{dv}{dt} + \kappa \cdot v(t) = 0$. Получим ДУ с разделяющимися переменными:

$$\frac{dv}{v} = -\kappa \cdot dt,$$

(8)

откуда $\ln v = -\kappa \cdot t$ или $v = e^{-\kappa \cdot t}$ ⁴⁹.

(9)

Тогда из (7) получим: $v \cdot \frac{du}{dt} = q$ или, с учетом (9), $du = q \cdot e^{\kappa \cdot t} dt$,

откуда

$$u = q \cdot \frac{1}{\kappa} \cdot e^{\kappa \cdot t} + C.$$

(10)

С учетом (5), (9), (10),

$$z = u(t) \cdot v(t) = \left(q \cdot \frac{1}{\kappa} \cdot e^{\kappa \cdot t} + C \right) \cdot e^{-\kappa \cdot t} = \frac{q}{\kappa} + C \cdot e^{-\kappa \cdot t} = a^{-1},$$

где C – постоянная интегрирования,

тогда объем (количество) α информации (3), сохраняющейся в памяти B , составит:

⁴⁹. Mortimer, Robert G. (2005). *Mathematics for physical chemistry*. Academic Press. s.9. – ISBN 0-125-08347-5, Extract of page 9).

$$a = \frac{1}{z} = \frac{\kappa}{q + \kappa \cdot C \cdot e^{-\kappa \cdot t}}.$$

(11)

Пусть в начальный момент ($t=0$) количество ранее приобретенной В информации составляло $\alpha = \alpha_0$ бит. Тогда $a = a_0 = \frac{\kappa}{q + \kappa \cdot C}$, откуда постоянная

интегрирования $C = \frac{1}{\alpha_0} - \frac{q}{\kappa}$. Следовательно, из (11) получим:

$$a = \frac{1}{z} = \frac{\kappa}{q + \kappa \cdot C \cdot e^{-\kappa \cdot t}} = \frac{1}{\frac{q}{\kappa} + C \cdot e^{-\kappa \cdot t}} = \frac{1}{\frac{q}{\kappa} + e^{-\kappa \cdot t} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_0} - \frac{q}{\kappa}\right)} =$$

(12)

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

бит.

При $\kappa = 0$ в выражении (12) получаем неопределенность типа 0/0, раскрываемую с помощью правила Лопиталья⁵⁰, в соответствии с которым

$$\lim_{\kappa \rightarrow 0} \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - a_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = \frac{0}{0} = \frac{\frac{d}{d\kappa} \left(\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t} \right)}{\frac{d}{d\kappa} \left[\frac{\kappa}{q} - a_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t}) \right]} \Bigg|_{\kappa \rightarrow 0} =$$

$$\frac{\frac{1}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t} + \frac{\kappa}{q} \cdot t \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{1}{q} + a_0 \cdot t \cdot e^{\kappa \cdot t}} \Bigg|_{\kappa \rightarrow 0} = \frac{1}{1 + a_0 \cdot q \cdot t},$$

тогда (при $\kappa = 0$). $a = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa \cdot t}}{\frac{\kappa}{q} - a_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})} = a_0 \cdot \frac{1}{1 + a_0 \cdot q \cdot t} = \frac{1}{q \cdot t + \frac{1}{a_0}}$, что естественно, и совпадает с результатами, изложенными в^{5,6}. Обратим внимание на поведение

⁵⁰. Правило Лопиталья та застосування його до знаходження границь функцій. Вища математика в прикладах і задачах, Клепко В.Ю., Голець В.Л. – пр 2. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – s. 270.

функции $a(t) = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})}$ согласно (12) при разных значениях t . Так, при

$t = 0$ из (12) получаем: $a(t) = a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})} = a_0$, что естественно; при $t \rightarrow \infty$

получаем неопределенность типа ∞ / ∞ , раскрываемую с помощью правила Лопиталья:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} a_0 \cdot \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})} = \frac{\infty}{\infty} = \frac{\frac{d}{dt} \alpha_0 \cdot \left(\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t} \right)}{\frac{d}{dt} \left[\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t}) \right]} \Bigg|_{t \rightarrow \infty} = \frac{\alpha_0 \cdot \frac{\kappa}{q} \cdot \kappa \cdot e^{\kappa t}}{\alpha_0 \cdot \kappa \cdot e^{\kappa t}} = \frac{\kappa}{q}.$$

В зависимости от соотношения ($>$ или $<$) между α_0 и $\frac{\kappa}{q}$ график $\alpha(t)$ согласно (12) может быть представлен, как показано на рис. 1.

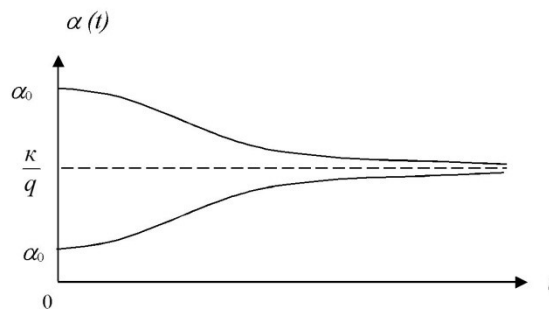


Рисунок 1 – График $\alpha(t)$ согласно (12) и в зависимости от соотношения

($>$ или $<$) между α_0 и $\frac{\kappa}{q}$.

Текущее значение уровня подготовки \square В, соответствующее наличию в его памяти на протяжении определенного времени t необходимой информации a (12), будет равняться:

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

(13)

откуда соотношение между коэффициентами восстановления κ и потери q информации в памяти V будет исчисляться как:

$$\frac{\kappa}{q} = \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})}{\delta - e^{\kappa \cdot t}} \geq 0.$$

(14)

При $\square = 0$ в выражении (14) получаем неопределенность типа $0/0$, что раскрывается с помощью правила Лопиталя:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})}{\delta - e^{\kappa \cdot t}} = \frac{0}{0} = \frac{\frac{d}{d\delta} [\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t})]}{\frac{d}{d\delta} (\delta - e^{\kappa \cdot t})} \Bigg|_{\delta \rightarrow 0} = \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa \cdot t}).$$

(15)

Время t , на протяжении которого ранее усвоенный V объем информации a_0

снизится до уровня подготовки (обученности) V $\delta = \frac{\alpha}{\alpha_0} \leq 1$, вследствие потери и с учетом восстановления в памяти V информации, найдется из (13) как:

$$t = \frac{1}{\kappa} \cdot \ln \frac{\delta \cdot (\alpha_0 - \frac{\kappa}{q})}{\delta \cdot \alpha_0 - \frac{\kappa}{q}} > 0, \quad \text{лет}$$

(16)

Если в среднем на протяжении определенного времени t (за единицу времени, например, за $t=1$ год) V теряет какую-то часть $0 \leq x_1 < 1$ ранее приобретенной информации a_0 , то, с учетом (12), количество информации a_1 через $t=1$ год составит:

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

(17)

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

откуда

а коэффициент пропорциональности q , характеризующий степень потери B информации (бит) за единицу времени ($t = 1$ год), будет выражаться через x_1 и κ , в сравнении с^{5,6} как:

$$q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot (1 - x_1 - e^\kappa)}{(1 - x_1) \cdot (1 - e^\kappa)} = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot (1 - \frac{e^\kappa}{1 - x_1})}{1 - e^\kappa}, \quad (18)$$

откуда, в отличии от (14), получим:

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

(19)

При $\kappa = 0$ в выражении (18) получим неопределенность типа $0/0$, что раскрывается аналогично предыдущему случаю, с помощью правила Лопиталья:

$$\lim_{\kappa \rightarrow 0} \frac{\kappa \cdot (1 - \frac{e^\kappa}{1 - x_1})}{1 - e^\kappa} = \frac{0}{0} = \frac{\frac{d}{d\kappa} \left[\kappa \cdot (1 - \frac{e^\kappa}{1 - x_1}) \right]}{\frac{d}{d\kappa} (1 - e^\kappa)} \quad \kappa \rightarrow 0$$

$$= \frac{(1 - \frac{e^\kappa}{1 - x_1}) - \kappa \cdot \frac{e^\kappa}{1 - x_1}}{-e^\kappa} \quad \kappa \rightarrow 0 = \frac{x_1}{1 - x_1},$$

тогда (при $\kappa = 0$) $q = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot (1 - \frac{e^\kappa}{1 - x_1})}{1 - e^\kappa} = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{x_1}{1 - x_1}$, что естественно и совпадает с^{5,6}.

С учетом (13), (18), (19) текущее значение уровня подготовки (обученности) \square B , соответствующее наличию в его памяти на протяжении определенного времени t необходимой информации a , может быть представлено в виде:

$$\delta = \frac{a}{a_0} = \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})} = \frac{\frac{e^{\kappa t}}{1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}} \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa})}{\frac{1}{1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}} \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa}) - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})} = \frac{e^{\kappa t}}{1 - (1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}) \cdot \frac{1 - e^{\kappa t}}{1 - e^{\kappa}}} \leq 1. \quad (20)$$

Если, как и ранее, при $x_1 = 0$ (потери информации в памяти В нет), то при $\kappa = 0$:

$$\delta = \frac{e^{\kappa t}}{1 - (1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}) \cdot \frac{1 - e^{\kappa t}}{1 - e^{\kappa}}} = 1, \quad a = a_0, \text{ что естественно;}$$

при $x_1 \rightarrow 1$, но при $x_1 < 1$ (в памяти В остается хоть какая-то часть информации):

$$\delta = \frac{e^{\kappa t}}{1 - (1 - \frac{e^{\kappa}}{1 - x_1}) \cdot \frac{1 - e^{\kappa t}}{1 - e^{\kappa}}} \rightarrow 0, \quad a \rightarrow 0, \quad \text{что также}$$

естественно. Используя (12), вычислим значение $\frac{\kappa}{q} = \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})}{\delta - e^{\kappa t}} \geq 0$, например, при $\kappa = 0,1$, $\kappa = 0,2$ (табл. 1), и построим графики (рис. 2, 3) зависимостей

$$\delta = \frac{a}{a_0} = \frac{\frac{\kappa}{q} \cdot e^{\kappa t}}{\frac{\kappa}{q} - \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})} \quad (13) \text{ с параметром } t = 1, 3, 5 \text{ лет.}$$

Таблица 1 – Значение $\frac{\kappa}{q} = \frac{\delta \cdot \alpha_0 \cdot (1 - e^{\kappa t})}{\delta - e^{\kappa t}} \geq 0$ с учетом (15) при $a_0 = 50$ кбайт = $50 \cdot 1024$ байт = $50 \cdot 1024 \cdot 8$ бит = 409 600 бит.

Возможные значения δ	Возможные значения t (лет)					
	0	1	2	3	4	5
$\kappa = 0,1$						
0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	1,16	2,16	3,04	3,81	4,48
0,4	0	2,98	5,37	7,37	9,01	10,39
0,6	0	5,21	10,65	14	16,55	18,56
0,8	0	13,77	21	25,45	28,44	30,58
1,0	0	50	50	50	50	50

$\kappa = 0,2$						
0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	2,16	3,81	5,07	6,05	6,82
0,4	0	5,37	9,01	11,56	13,43	14,82
0,6	0	10,65	16,55	20,18	22,62	24,33
0,8	0	21	28,44	32,17	34,39	35,83
1,0	0	50	50	50	50	50

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

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

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

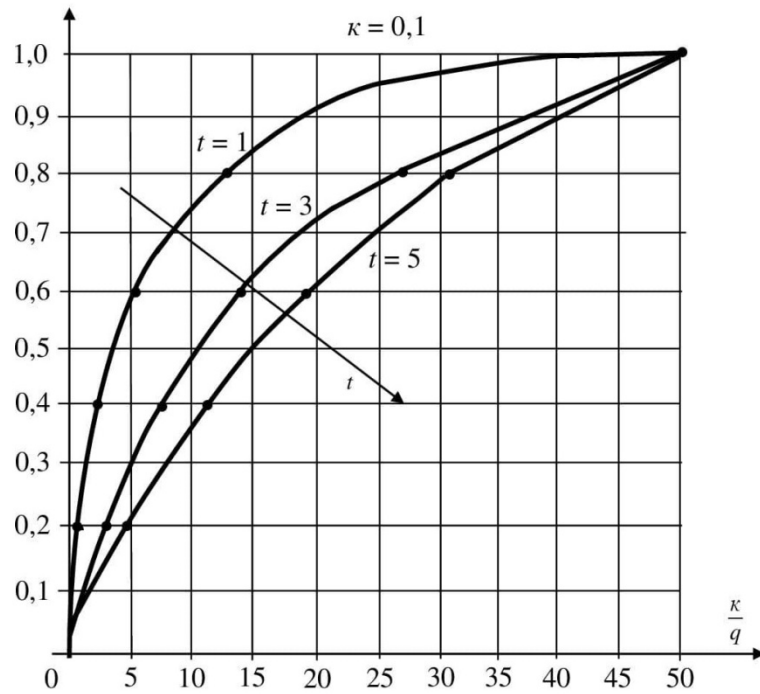


Рисунок 2 – Степень влияния на уровень обученности δ В на протяжении определенного времени ($t = 1, 3, 5$ лет) значений $\frac{\kappa}{q}$ – соотношения коэффициентов восстановления (κ) и потери (q) информации в памяти В (при условии, что $\kappa = 0,1$).

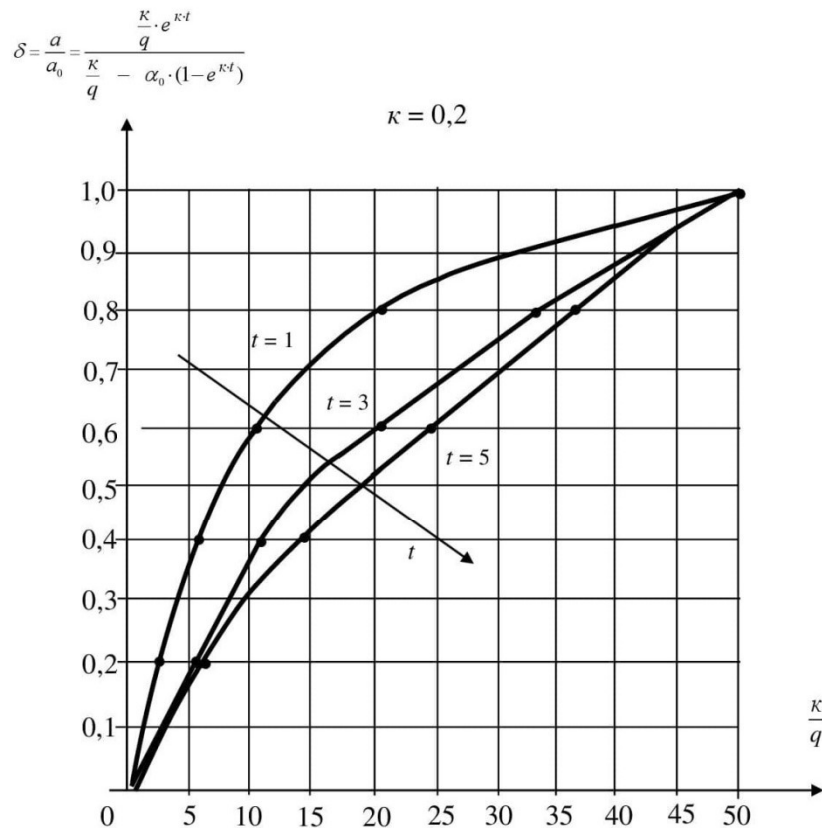


Рисунок 3 – Степень влияния на уровень обученности δ В на протяжении определенного времени ($t = 1, 3, 5$ лет) значений $\frac{\kappa}{q}$ – соотношения коэффициентов восстановления (κ) и потери (q) информации в памяти В (при условии, что $\kappa = 0,2$).

Из табл. 1 и графиков (рис. 2, 3) можно сделать вывод о степени влияния на уровень обученности \square В (в соответствии с количеством информации a , что на протяжении определенного времени t сохраняется в памяти В) значений $\frac{\kappa}{q}$ – соотношения коэффициентов потери (q) и восстановления (κ) информации в памяти В, при условии, что $\kappa = 0,1$ и, $\kappa = 0,2$. Как видно, с увеличением значения κ и при одинаковых значениях $\frac{\kappa}{q}$ графики смещаются вправо, что естественно.

Из полученных соотношений $\frac{\kappa}{q}$ (19) могут быть определены значения

$$q = \frac{\kappa}{\frac{\kappa}{a_0}} = \frac{1}{a_0} \cdot \frac{\kappa \cdot (1 - \frac{e^{\kappa}}{1-x_1})}{1 - e^{\kappa}} \quad (18).$$

коэффициента потери в памяти В информации

Динамика изменения уровня подготовки δ (20) В, соответствующая наличию в памяти В на протяжении определенного времени t (лет) необходимой информации a , например при $\kappa=0,2$, показана на рис. 4 ($0 \leq x_1 < 1$ – часть информации, теряемая в среднем за $t = 1$ год).

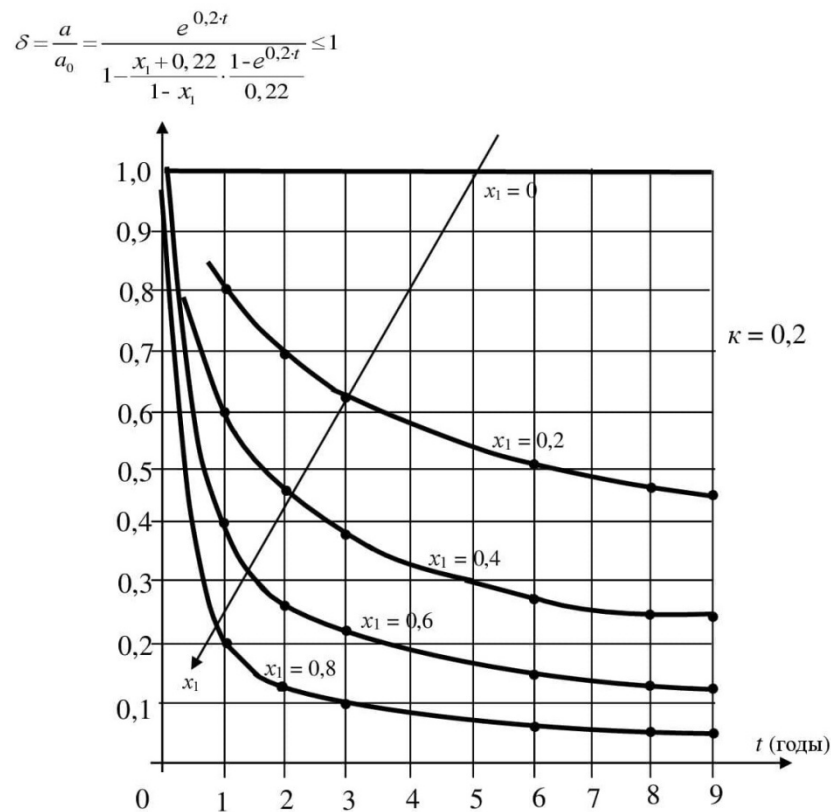


Рисунок 4 – Динамика изменения уровня подготовки δ В, соответствующая наличию в памяти В на протяжении определенного времени t (лет) необходимой информации a , при условии, что $\kappa=0,2$; $0 \leq x_1 < 1$ – часть информации, теряемая в среднем за $t = 1$ год.

Из графика (рис. 4) видно, что с учетом коэффициента $\kappa = 0,2$ значение \square , в сравнении с \square [6], на протяжении определенного времени t снижается меньше, а кривые, отражающие динамику изменения \square – уровня подготовки (обученности) В (что соответствует наличию в памяти В на протяжении определенного времени t необходимой информации a), проходят выше в сравнении с кривыми, отражающими динамику изменения уровня подготовки В без учета коэффициента $0 < \kappa \leq 1$, а только с учетом значения $0 \leq x_1 < 1$ (части теряемой информации в среднем за $t = 1$ год) и, соответственно, коэффициента потери этой информации (q). Это закономерно, так как в процессе обучения информация в памяти В частично восстанавливается.

Вывод.

Изложенный в статье методический подход к оцениванию результатов проведения учебных сборов с В позволяет определить *степень влияния на уровень их подготовки (обученности) \square* (в соответствии с количеством информации a , сохраняющейся в памяти В на протяжении определенного периода t лет) *значений $\frac{\kappa}{q}$ – соотношения коэффициентов потери (q) и восстановления (κ) информации.*

По мнению авторов, перспективой дальнейшего исследования является разработка необходимой программной реализации рассмотренного метода, что даст возможность более объективно оценивать результаты проведения учебных сборов с военнообязанными и на основании этого планировать их периодичность и продолжительность.

Библиография:

Монография

I. S. Romanchenko, V. O. Shuyenkin, H. A. Sakovs'kyu, S. V. Hodz', *Matematychni osnovy teoriiy utrymannya viys'k za stupenem yikh hotovnosti*, Kyuyiv 2019, s. 220.

Научные статьи

Mozharovs'kyu V. M., Hodz' S. V., *Klyuchovi aspekty metodolohichnykh osnov rozroblennya kompleksnykh prohram boyovoyi pidhotovky viys'kovykh formuvan' syl oborony derzhavy*, "Zbirnyk naukovykh prats' KHNUPS im. Ivana Kozheduba. Kharkiv" 2019, nr 4

(62), s. 7–17.

Mozharovs'kyy V. M., Hodz' S. V., Sakovs'kyy H. A., *Metodolohichni osnovy rozroblennya kompleksnykh prohram boyovoyi pidhotovky viys'kovykh formuvan syl oborony derzhavy*, “Zbirnyk naukovykh prats' TSNDI ZS Ukrayiny” 2019, nr 4 (90), s. 16–24.

Mozharovs'kyy V. M., Hodz' S. V., Sakovs'kyy H. A., *Analiz isnuuyuchykh metodyk otsinyuvannya efektyvnosti planuvannya boyovoyi pidhotovky ta rivnya navchenosti viys'kovykh formuvan' syl oborony derzhavy*, “Zbirnyk naukovykh prats' TSNDI ZS Ukrayiny” 2019, nr 3 (89), s. 77–90.

Hodz' S. V., *Matematychna model' planuvannya periodychnosti provedennya navchal'nykh zboriv iz viys'kovozobov'yazanymy z urakhuvannyam liniynoyi zalezhnosti shvydkosti vtrachannya nymy ranishe nabutykh znan', umin' ta navychok / S. V. Hodz', H. A. Sakovs'kyy: Zbirnyk materialiv seminariv 2019, nr 2(27). K.: TSNDI ZS Ukrayiny, 2019, s. 128–142.*

Hodz' S. V., *Obgruntuvannya periodychnosti provedennya navchal'nykh zboriv iz viys'kovozobov'yazanymy z urakhuvannyam liniynoyi ta neliniynoyi zalezhnosti shvydkosti vtrachannya nymy ranishe nabutykh znan', umin' i navychok*, “Trudy universytetu: zbirnyk naukovykh prats' NUO Ukrayiny im. Ivana Chernyakhovs'koho” 2020, nr 1 (57), s. 125–142.

Hodz' S. V., *Obgruntuvannya zahal'noho obsyahu navchal'nykh hodyn kompleksnoyi prohramy boyovoyi pidhotovky viys'kovoho formuvannya typu z"yednannya (chastyna) bud'yakoho stupenya hotovnosti*, “ Trudy universytetu: zbirnyk naukovykh prats' NUO Ukrayiny im. Ivana Chernyakhovs'koho ” 2020, nr 2 (158), s. 120-132.

Hodz' S. V., *Optyimizatsiyna zadacha rozpodilu navchal'nykh hodyn kompleksnoyi prohramy boyovoyi pidhotovky z"yednannya (chastyny) mizh spetsialistamy (pidrozdilamy) rodiv viys'k dlya dosyahnennya zadanoho rivnya yikh navchenosti*, Zbirnyk naukovykh prats' TSNDI ZS Ukrayiny 2020, nr 2 (93), s. 51–62.

Hodz' S. V., Mozharovs'kyy V. M., Pantyushenko R. V., *Optyimizatsiyi rozpodilu navchal'nykh hodyn kompleksnoyi prohramy boyovoyi pidhotovky z"yednannya (chastyny) mizh spetsialistamy (pidrozdilamy) rodiv viys'k // Nauka i tekhnika Povitryanykh Syl Zbroynykh Syl Ukrayiny: naukovo-tekhnichnyy zhurnal KHNUPS im. Ivana Kozheduba 2020, nr (40), s. 25–35.*

Hodz' S. V., *Optyimizatsiya rozpodilu navchal'nykh hodyn kompleksnoyi prohramy boyovoyi pidhotovky z"yednannya (chastyny) mizh spetsialistamy (pidrozdilamy) rodiv viys'k*

(*neliniyny variant*), Trudy universytetu: zbirnyk naukovykh prats' NUO Ukrayiny im. Ivana Chernyakhovs'koho 2020, nr 5 (161), s. 106–117.

Hodz' S. V., *Optyimizatsiyna zadacha rozpodilu navchal'nykh hodyn Kompleksnoyi prohramy boyovoyi pidhotovky mizh spetsialistamy (pidrozdilamy) rodiv viys'k dlya dosyahnennya zadanoho rivnya navchenosti z'yednannya (chastyny)*, Zbirnyk naukovykh prats' TSNDI ZS Ukrayiny 2020, nr 3 (94), s. 50–61.

Zavoyko B.M., Leshchiiy N.P., *Tekhnichna mekhanika ridyn i haziv: osnovni teoretychni polozhennya ta zadachi: navch. posibnyk dlya stud. Inzh.-tekhn. spets. / Za red. V.M Zhuka. – L'viv: Novyy Svit -2000, 2004. – 120 s.: il.+ dodatky. – (Vyshcha osvita v Ukrayini). – ISBN 966-7827-44-5 (PDF-fayl).*

Kolchunov V.I., *Teoretychna ta prykladna hidromekhanika. Navchal'nyy posibnyk. – K.: NAU, 2004. – 336 s. v Ukrayini). – ISBN 966-598-174-9.*

Metodychni rozrobky do vyvchennya normatyvnoho kursu “Rivnyannya matematychnoyi fizyky” (klasyfikatsiya rivnyan' druhoho poryadku, formuly Dalamberta i Puassona, metod vidokremlennya zminnykh) dlya studentiv fakul'tetu kibernetiky. Uporyad. S.O.Voytsekhovs'kyy, V.I.Harkusha, M.P.Kopystyra ta in. – Kyiv, 2001, s. 65.

Evans, L.C. (1998) *Partial Differential Equations*, Providence: American Mathematical Society. – ISBN 0-8218-0772-2.

Perestyuk M.O., Marynets' V.V., *Teoriya rivnyan' matematychnoyi fizyky: Navchalyy posibnyk. – K.: Lybid', 2001.*

Mortimer, Robert G. (2005). *Mathematics for physical chemistry*. Academic Press. c.9. – ISBN 0-125-08347-5, Extract of page 9).

Pravylo Lopitalya ta zastosuvannya yoho do znakhodzhennya hranyts' funktsiy. Vyshcha matematika v prykladakh i zadachakh, Klepko V.YU., Holets' V.L. – nr 2. – K.: Tsentr uchbovoyi literatury, 2009. – s. 270.