

УДК: 355/359

DOI: 10.53816/20753608_2024_2_32

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СФОРМИРОВАННОСТИ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

FORECASTING THE FORMATION OF MILITARY PROFESSIONAL COMPETENCIES

Чл.-корр. РАРАН А.М. Сазыкин¹, В.Г. Анисимов², Д.В. Ставицкий³, А.В. Фетисов³

¹АО «НПО Спецматериалов», ²СПб ПУ Петра Великого, ³СПб ВИ ВНГ РФ

A.M. Sazykin, V.G. Anisimov, D.V. Stavitskiy, A.V. Fetisov

Рассмотрен подход к построению моделей прогнозирования ожидаемого уровня сформированности у слушателей и курсантов учебных заведений войск национальной гвардии Российской Федерации необходимых военно-профессиональных компетенций. Основу подхода составляет представление формирования этих компетенций в виде комплекса процессов изменения в ходе обучения значений соответствующих частных показателей. Формальное описание этих процессов осуществляется в виде системы дифференциальных уравнений. Для конкретизации параметров уравнений предложен способ использования имеющихся эмпирических данных. Предлагаемый подход может быть использован при построении конкретных моделей и методик поддержки принятия решений по управлению развитием системы военно-профессиональной подготовки.

Ключевые слова: система военно-профессиональной подготовки, управление, профессиональные компетенции, модель прогнозирования.

An approach to the construction of forecasting models for the expected level of formation of necessary military professional competencies among students and cadets of educational institutions of the National Guard troops of the Russian Federation is considered. The basis of the approach is the representation of the formation of these competencies in the form of a set of processes for changing the values of the corresponding private indicators during training. The formal description of these processes is carried out in the form of a system of differential equations. To specify the parameters of the equations, a method of using the available empirical data is proposed. The proposed approach can be used in the construction of specific models and methods of decision support for managing the development of the military vocational training system.

Keywords: military vocational training system, management, professional competencies, forecasting model.

Введение

Изменение условий выполнения служебно-боевых задач войсками национальной гвардии Российской Федерации (ВНГ РФ) настоятельно требует совершенствования управления качеством военно-профессиональной подготовки в интересах постоянного приведения

содержания и организации образовательного процесса, а также всех видов его обеспечения в соответствие с современными требованиями к подготовке военных специалистов [1–4]. При этом одной из важных задач обоснования управленческих решений является оценка ожидаемого уровня сформированности у слушателей и курсантов вузов ВНГ РФ необходимых

военно-профессиональных компетенций. Эта оценка осуществляется с использованием соответствующих показателей. Изменение этих показателей в ходе военно-профессиональной подготовки имеет форму эволюционного или скачкообразного процесса. Причем, как показывает опыт, эволюционный характер изменения является преобладающим для большинства показателей, а скачкам в формировании компетенций и соответственно в изменении характеризующих их показателей предшествуют определенные эволюционные периоды [5–7]. Следовательно, прогнозирование изменения показателей сформированности у обучающихся требуемых военно-профессиональных компетенций на эволюционном этапе является необходимым условием объективной оценки возможных результатов реализации решений по управлению образовательным процессом. В качестве инструментов такого прогнозирования целесообразно использовать соответствующие математические модели. Разработка методического подхода к построению таких моделей является целью данной статьи.

Описание подхода

С математической точки зрения характеристики качества военно-профессиональной подготовки могут быть представлены в виде вектора $\mathbf{X}(t)$ показателей [8, 9], отражающих сформированность компетенций слушателей и курсантов:

$$\mathbf{X}(t) = \|x_i(t)\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (1)$$

где $x_i(t)$ — значение i -го показателя в момент времени t ;

I — общее количество показателей.

При этом, не снижая общности, можно полагать, что совершенствование системы военно-профессиональной подготовки проявляется в увеличении значений компонент вектора (1). Увеличение каждой компоненты ограничено соответствующей величиной x_i^* . Ограничения для всей системы показателей представляются вектором

$$\mathbf{X}^* = \|x_i^*\|, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (2)$$

Естественным является также предположение, что значение каждого показателя качества

военно-профессиональной подготовки (компонента вектора $\mathbf{X}(t)$) зависит от результативности использования ресурсов, выделенных для его улучшения. При этом, как показывает опыт, чем ближе значение показателя его предельному значению, тем больше ресурсов необходимо для его дальнейшего улучшения [10]. Следовательно, величина $dx_i(t)$ приращения значения каждой i -й ($i = 1, 2, \dots, I$) компоненты вектора (1) в период времени $(t + dt)$ зависит от ее значения в момент времени t , а также количества и результативности использования выделенных для ее улучшения ресурсов. Результат использования ресурсов проявляется через относительную скорость $g_i(t)$ улучшения соответствующего показателя $x_i(t)$.

Тогда процессы формирования военно-профессиональных компетенций слушателей и курсантов могут быть представлены в форме следующих систем дифференциальных уравнений:

$$dx_i(t) = [x_i^* - x_i(t)]g_i(t)dt; \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (3)$$

или

$$\frac{dx_i(t)}{dt} = [x_i^* - x_i(t)]g_i(t); \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (4)$$

При этом каждое из уравнений систем (3) или (4) является дифференциальным уравнением первого порядка с разделяющимися переменными:

$$\frac{dx(t)}{x_i^* - x_i(t)} = g_i(t)dt; \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (5)$$

Следовательно,

$$\int \frac{1}{x_i^* - x_i(t)} dx_i = \int g_i(t)dt + C_i; \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (6)$$

Из выражения (6) при начальных условиях $x_i(0) = y_i$ ($i = 1, 2, \dots, I$), получим

$$x_i(t) = x_i^* - (x_i^* - y_i) \exp\left[-\int_0^t g_i(t)dt\right]; \quad (7)$$

$$i = 1, 2, \dots, I.$$

Соотношение (7) представляет собой обобщенную модель для прогноза показателей сформированности военно-профессиональных компетенций. Дальнейшая конкретизация этой модели связана с определением вида и параметров

функций $g_i(t)$, $i=1,2,...,I$, характеризующих относительные скорости улучшения соответствующих частных показателей. При решении этой задачи целесообразно вначале постулировать вид функций, а затем определять их параметры на основе использования данных об относительных скоростях изменения частных показателей, полученных в результате педагогических экспериментов и предыдущего опыта (эмпирических данных). Универсальным инструментом определения конкретных параметров соответствующих функций является метод наименьших квадратов.

При малом горизонте прогноза в качестве базовых функций могут применяться функции линейного вида, то есть полагается, что

$$g_i(t) = a_i t + b_i; \quad i = 1, 2, ..., I, \quad (8)$$

где a_i и b_i — определяемые на основе эмпирических данных параметры.

Выбор этих параметров должен обеспечить минимум суммарному отклонению данных, полученных на основе соотношений (8) от эмпирических данных, то есть обеспечить минимум функции [11].

$$F(a_i, b_i) = \sum_{n=1}^{N_i} [g_i^*(t_n) - (a_i t_n + b_i)]^2; \quad (9)$$

$$i = 1, 2, ..., I,$$

где $g_i^*(t_n)$ — эмпирическое значение скорости в момент времени t_n ;

N_i — количество эмпирических данных о значениях скорости роста i -го показателя сформированности военно-профессиональных компетенций.

Необходимыми условиями экстремума для функции (9) являются:

$$\frac{\partial F(a_i, b_i)}{\partial a_i} = -2 \sum_{n=1}^{N_i} [g_i^*(t_n) - (a_i t_n + b_i)] t_n = 0; \quad (10)$$

$$i = 1, 2, ..., I;$$

$$\frac{\partial F(a_i, b_i)}{\partial b_i} = -2 \sum_{n=1}^{N_i} [g_i^*(t_n) - (a_i t_n + b_i)] = 0; \quad (11)$$

$$i = 1, 2, ..., I.$$

Решая уравнения (9), (11) относительно параметров a_i и b_i , получим

$$a_i = \frac{N_i \sum_{n=1}^{N_i} t_n g_i^*(t_n) - \sum_{n=1}^{N_i} t_n \sum_{n=1}^{N_i} g_i^*(t_n)}{N_i \sum_{n=1}^{N_i} t_n^2 - \left(\sum_{n=1}^{N_i} t_n \right)^2}; \quad (12)$$

$$b_i = \frac{\sum_{n=1}^{N_i} g_i^*(t_n) - a_i \sum_{n=1}^{N_i} t_n}{N_i}, \quad i = 1, 2, ..., I. \quad (13)$$

При выполнении условия (8) соотношение (7) принимает вид:

$$x_i(t) = x_i^* - (x_i^* - y_i) \exp[-(a_i t^2 - b_i t)]; \quad (14)$$

$$i = 1, 2, ..., I.$$

С использованием метода наименьших квадратов для линейных функций можно построить практически любые формы и для нелинейных функций $g_i(t)$, $i = 1, 2, ..., I$. Для этого целесообразно использовать линеаризующие преобразования [12].

При большом горизонте прогноза в качестве аппроксимирующих зависимостей могут использоваться экспоненциальные функции, то есть полагается, что

$$g_i(t) = b_i^* e^{-a_i^* t}, \quad i = 1, 2, ..., I. \quad (15)$$

Линеаризация функций (15) обеспечивается следующим преобразованием:

$$\ln[g_i(t)] = \ln(b_i^*) - a_i^* t, \quad (i = 1, 2, ..., I). \quad (16)$$

Положив

$$\ln[g_i^*(t_n)] = g_i^*(t_n); \quad \ln(b_i^*) = b_i; \quad -a_i^* = a, \quad (17)$$

соотношение (15) приводим к виду (8). Затем на основе (12), (13) определяем параметры a_i и b_i , $i = 1, 2, ..., I$.

При этом параметры функций (15) определяются обратными к (17) преобразованиями, то есть

$$b_i^* = \text{anti} \ln(b_i); \quad a_i^* = -a_i; \quad i = 1, 2, ..., I. \quad (18)$$

При выполнении условия (15) соотношение (7) принимает вид

$$x_i(t) = x_i^* - (x_i^* - y_i) \exp[-b_i^* e^{-a_i^* t}]; \quad (19)$$

$$i = 1, 2, \dots, I.$$

Допущению о том, что по мере приближения значений показателей к предельным уровням скорости $g_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, I$ будут снижаться, соответствуют и функции

$$g_i(t) = \left(\frac{t}{t_i^*} \right)^{k_i}; \quad t < t_i^*; \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (20)$$

где t_i^* — горизонт прогноза;

k_i — параметр, характеризующий закон роста i -го показателя сформированности военно-профессиональных компетенций на рассматриваемом этапе подготовки.

Линеаризация рассматриваемых функций в интересах применения метода наименьших квадратов, так же как и для экспоненциального вида функций, осуществляется путем логарифмирования.

При выполнении условия (20) соотношение (7) принимает вид

$$x_i(t) = x_i^* - (x_i^* - y_i) \exp \left[-\frac{1}{t_s} \left(\frac{t^{k_i+1}}{k_i+1} \right) \right]; \quad (21)$$

$$i = 1, 2, \dots, I.$$

Соотношения (14), (19) и (21) представляют собой варианты конструктивной формализации рассматриваемых моделей прогнозирования.

При этом вариант построения модели, определяемый соотношением (14), применим при относительно небольших горизонтах прогнозирования.

Варианты построения модели, определяемые соотношениями (19), (21), позволяют увеличить горизонт прогнозирования. Выбор предпочтительного из вариантов осуществляется исходя из критерия минимума среднеквадратичных отклонений эмпирических данных об относительных скоростях изменения частных показателей от расчетных при представлении этих скоростей функциональными зависимостями (8), (15) или (20).

Заключение

Предложен методический подход к построению моделей прогнозирования сформирован-

ности военно-профессиональных компетенций слушателей и курсантов. Основу подхода составляет представление формирования этих компетенций в виде комплекса процессов изменения в ходе обучения значений соответствующих частных показателей. Представленные результаты могут быть использованы при построении конкретных моделей и методик поддержки принятия решений по управлению развитием систем военно-профессиональной подготовки в вузах ВНГ РФ.

Литература

1. Приказ Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации от 07.11.2017 № 466 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным профессиональным образовательным программам, реализуемым в интересах обороны и безопасности государства, обеспечения законности и правопорядка в военных образовательных организациях высшего образования войск национальной гвардии Российской Федерации».

2. Приказ Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации от 07.11.2017 № 467 «Об утверждении особенностей организации и осуществления образовательной, методической и научной (научно-исследовательской) деятельности в области подготовки кадров в интересах обороны и безопасности государства, обеспечения законности и правопорядка, а также деятельности военных образовательных организаций высшего образования войск национальной гвардии Российской Федерации».

3. Приказ главкомандующего внутренними войсками МВД России от 17 июня 2013 года. № 225 «Об утверждении квалификационных требований к военно-профессиональной (специальной) подготовке выпускников и основной образовательной программы федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования внутренних войск МВД России» по специальности 030901 «Правовое обеспечение национальной безопасности».

4. «Положение по организации деятельности военного образовательного учреждения

ВНГ РФ». Приказ начальника СПВИ ВНГ РФ № 500 от 24.05.2023.

5. Гарькушев А.Ю., Курилов А.В., Карпова И.Л., Шиленин Д.А. Совершенствование образовательного контента для подготовки сотрудников авиационной безопасности // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 11–12 (161–162). С. 187–192.

6. Анисимов В.Г., Буг С.В., Коритчук В.В., Анисимов Е.Г. Модель и методика обоснования выбора видов учебных занятий при формировании военно-профессиональных компетенций слушателей (курсантов) в вузе Министерства обороны Российской Федерации // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. 2021. № 1 (19). С. 16–29.

7. Анисимов В.Г., Буг С.В., Коритчук В.В., Сауренко Т.Н. Модель обоснования программы инновационного развития системы тренажерных комплексов Министерства обороны Российской Федерации // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. 2021. № 1 (19). С. 30–42.

8. Ефимова А.Б., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Методика оценки качества образова-

тельного процесса: сб. науч. тр.: современные проблемы науки и образования во внутренних войсках МВД России. Санкт-Петербургский военный институт внутренних войск МВД России. СПб., 2015. С. 98–101.

9. Лихачева О.А., Сергеев И.В. и др. Оценка качества образовательного процесса с использованием математической модели // Вестник университета. 2012. № 18. С. 152–155.

10. Николаев Г.А., Осипенков М.Н. и др. Методический подход к оцениванию влияния распределения ресурсов на качество образовательного процесса: сб. матери. науч. семинара: перспективные информационные технологии в системе подготовки должностных лиц органов исполнительной власти, участвующих в решении задач обеспечения безопасности и обороны Российской Федерации. М.: ВА ГШ ВС РФ, 2019. С. 21–29.

11. Осипенков М.Н., Селиванов А.А., Чварков С.В. и др. Математические методы и модели в военно-научных исследованиях. Часть 2. М.: ВА ГШ ВС РФ, 2017. 466 с.

12. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Липатова Н.Г., Черныш А.Я. Применение математических методов при проведении диссертационных исследований. М.: Российская таможенная академия, 2011. 514 с.