

Научная статья

УДК 311.172:796.015.132

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.10.011

## Применение алгоритмов дисперсионного анализа для оценки физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур

*Михаил Львович Куликов<sup>1</sup>*

*Алексей Иванович Примакин<sup>2</sup>*

*Дмитрий Николаевич Саратов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский университет МВД России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

*Автор ответственный за переписку:* Дмитрий Николаевич Саратов, saratovdn@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о применении алгоритмов дисперсионного анализа для оценки физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур. Дополнительно, в рамках решения поставленной в статье задачи, рассматривается ряд понятий из множественного факторного анализа и теории статистических гипотез.

В теоретической части статьи представлены основные компоненты дисперсионного анализа, а именно, соотношение сумм квадратов отклонений исследуемых переменных в зависимости от интересующего нас признака. Особенности этого соотношения позволяют рассчитать коэффициент Фишера, сравнить его с критическим значением и принять соответствующую статистическую гипотезу.

Методика и алгоритмы применения дисперсионного анализа представлены в практической части статьи и базируются на статистическом материале, отражающем уровень физической подготовленности курсантов на первом и четвертом годах обучения в Санкт-Петербургском университете МВД России.

**Ключевые слова:** дисперсионный анализ, множественный факторный анализ, теория статистических гипотез, оценка физической подготовленности курсантов.

**Для цитирования:** Куликов М.Л., Примакин А.И., Саратов Д.Н. Применение алгоритмов дисперсионного анализа для оценки физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 101-108. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.10.011>.

## APPLICATION OF ALGORITHMS OF ANALYSIS OF VARIANCE FOR ASSESSMENT OF PHYSICAL FITNESS OF CADETS OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS OF POWER STRUCTURES

*Mikhail L. Kulikov<sup>1</sup>*

*Alexey I. Primakin<sup>2</sup>*

*Dmitry N. Saratov<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Saint-Petersburg university of the ministry of internal affairs of Russia, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Saint-Petersburg military order of Zhukov institute of national guard Troops of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Saint-Petersburg university of State fire service EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

**Corresponding author:** Dmitry N. Saratov, saratovdn@mail.ru

**Abstract.** The article considers the issue of using algorithms of analysis of variance to assess the physical fitness of cadets of educational organizations of law enforcement agencies. In addition, within the framework of solving the problem set in the article, a number of concepts from multiple factor analysis and the theory of statistical hypotheses are considered.

The theoretical part of the article presents the main components of the analysis of variance, namely, the ratio of the sum of squares of deviations of the studied variables depending on the feature of interest to us. The features of this ratio make it possible to calculate the Fisher coefficient, compare it with a critical value and accept the corresponding statistical hypothesis.

The methodology and algorithms for applying variance analysis are presented in the practical part of the article and are based on statistical material reflecting the level of physical fitness of cadets in the first and fourth years of study at St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia.

**Keywords:** analysis of variance, multiple factor analysis, theory of statistical hypotheses, assessment of physical fitness of cadets.

**For citation:** Kulikov M.L., Primakin A.I., Saratov D.N. Application of algorithms of analysis of variance for assessment of physical fitness of cadets of educational organizations of power structures // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023; 4(31): 101-108. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.92.10.011>.

## Введение

Актуальность темы обусловлена значимостью общей физической подготовки для профессиональной деятельности будущих сотрудников силовых структур, что во многом зависит от складывающейся сложной военно-политической обстановки в стране и мире [1, 2].

Повышение уровня общей физической подготовленности невозможно достигать только путем увеличения объема и интенсивности нагрузки, без учета отклика организма занимающихся на предлагаемую нагрузку и внесения необходимых корректив. Формирование управляющих воздействий в любом процессе предполагает выбор единиц измерения и наличие обратной связи от объекта воздействия [3, 4]. В качестве обобщенной единицы измерения был выбран комплексный показатель физической подготовленности курсанта, позволяющий свести к «единому знаменателю» его составные элементы (тесты на силу, быстроту, выносливость), измеряемые в несовместимых друг с другом единицах (количество раз, минуты). Предложенные математические методы позволяют дать объективную оценку динамике изменения уровня физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур и на этой основе обоснованно вносить необходимые коррективы в процесс физической подготовки курсантов.

В основе математического подхода для решения вышеуказанных задач лежат ключевые понятия и алгоритмы проведения множественных факторного и дисперсионного анализов [5]. Так, благодаря алгоритмам и методикам факторного анализа [6], выделяется из множества переменных интересующий нас фактор – показатель физической подготовленности курсанта – комплексная характеристика объекта исследования. Данная характеристика «складывается» из ряда переменных, таких как: силовой показатель (количество подтягиваний на перекладине), показатель выносливости (кросс) и показатель быстроты (челночный бег). Особенность показателя физической подготовленности курсанта в рамках рассматриваемой задачи – он не может быть непосредственной замерен, а размерность его, как таковая, отсутствует. Мы можем его оценить только опосредованно, а именно, через показатели силы, выносливости и быстроты, измеряемые, соответственно, количеством подтягиваний на перекладине, в минутах (кросс) и секундах (челночный бег).

Применяемые на практике алгоритмы дисперсионного анализа позволяют в дальнейшем оценить влияние какой-либо переменной (признака), измеряемого количественно или качественно, на объект исследования. С этой целью переменную, по предположению имеющую существенное влияние на объект исследования (в нашем случае – на показатель физической подготовленности курсанта), разделяют на уровни (или градации) и пытаются выяснить путем исследования значимости (или равенства) средних выборочных значений объекта исследования (или показателя физической подготовленности курсанта) в зависимости от соответствующего уровня переменной. Иными словами, пытаются выяснить – равны ли друг другу значения выборочных средних показателей физической подготовленности курсантов или эти значения взаимно отличны и зависят от соответствующего уровня (градации) переменной, например, от возрастной группы обучающихся, т.е. курса, на котором обучаются курсанты.

### Теоретическая часть

В основе статистического заключения относительно генеральной совокупности по выборке (равны ли друг другу математические ожидания показателей физической подготовленности курсантов  $m_1 = m_2$  или эти значения взаимно отличны  $m_1 \neq m_2$ ) лежит теория статистических гипотез [7].

Для применения этой теории необходимо сформулировать две гипотезы: основную гипотезу (или нулевую) –  $H_0: m_1 = m_2$  и альтернативную гипотезу –  $H_1: m_1 \neq m_2$ . Принятие той или иной гипотезы, при соответствующем уровне значимости  $\alpha$  (например,  $\alpha = 0,05$ ), зависит от соотношения фактического значения критерия Фишера  $F_{\text{ф}}$  с критическим значением  $F_{\text{кр}}$  [8].

В основе расчета фактического значения критерия Фишера  $F_{\text{ф}}$  лежит отношение двух видов дисперсий. По этой причине, проводимый нами анализ исходных статистических данных и называется дисперсионным.

Критическое значение  $F_{\text{кр}}$  выбирается из соответствующих таблиц в зависимости от числа степеней свободы ( $df$ ) внутри групп ( $df_{\text{вг}}$ ) и межгрупповой ( $df_{\text{мг}}$ ) [8].

Общеизвестно, что дисперсия случайной величины характеризует особенности рассеивания текущих значений исходных статистических данных относительно выборочного среднего значения. В качестве дисперсионной характеристики обычно рассматриваются суммы квадратов отклонений  $SS$  (*sum of squares*) (1):

$$SS = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x})^2, \quad (1)$$

где  $x_{ij}$  – текущее значение переменной по всем уровням (градациям);  $\bar{x}$  – выборочное среднее значение переменной по всем уровням (градациям);  $n$  – количество объектов (курсантов) в каждом уровне (градации);  $m$  – количество уровней (градаций).

Общую сумму квадратов  $SS$ , вычисляемую по формуле (1), можно представить в виде суммы двух составляющих (2):

$$SS = SS_{\text{мг}} + SS_{\text{вг}}. \quad (2)$$

Первая – сумма квадратов  $SS_{\text{мг}}$  (межгрупповая сумма квадратов), объясняемая влиянием переменной и характеризующая рассеивание между уровнями (группами-градациями) переменной относительно среднего значения переменной по всем уровням (градациям), рассчитывается по формуле (3):

$$SS_{\text{мг}} = \sum_{j=1}^m n_j \cdot (\hat{x}_j - \bar{x})^2, \quad (3)$$

где  $\hat{x}_j$  – среднее значение переменной в каждом  $j$ -м уровне (градации);  $n_j$  – количество объектов в каждом  $j$ -м уровне (градации).

Межгрупповой суммой квадратов  $SS_{\text{мг}}$  возможно «управлять», изменяя количество уровней (градаций) – увеличение  $m$  приводит к увеличению  $SS_{\text{мг}}$ .

Второе слагаемое в формуле (2) – внутригрупповая сумма квадратов  $SS_{\text{вг}}$ , необъясняемая влиянием переменной и характеризующая рассеивание переменной внутри каждого из уровней (градации), рассчитывается по формуле (4):

$$SS_{\text{вг}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \hat{x}_j)^2. \quad (4)$$

Внутригрупповая сумма квадратов  $SS_{\text{вг}}$  характеризует «неуправляемую», «случайную» составляющую общей суммы квадратов  $SS$ , ее значение случайным образом зависит от характеристик объекта, включенного в исследуемую выборку. Изменяя состав выборки, случайным образом будет изменяться значение внутригрупповой суммы квадратов  $SS_{\text{вг}}$ .

Отношение, представленных выше сумм квадратов  $SS_{\text{мг}}$  и  $SS_{\text{вг}}$ , приходящихся на одну степень свободы  $df$  в зависимости от рассматриваемого источника вариации, определяется фактическим значением критерия Фишера, который рассчитывается по формуле (5):

$$F_{\phi} = \frac{SS_{\text{мг}} \cdot df_{\text{вг}}}{df_{\text{мг}} \cdot SS_{\text{вг}}} = \frac{MS_{\text{мг}}}{MS_{\text{вг}}}. \quad (5)$$

Физический смысл формулы (5) можно трактовать как долю «управляемой» суммы квадратов по отношению к «неуправляемой» или во сколько раз «управляемость» переменной больше (или меньше) «неуправляемости».

В дальнейшем, фактическое значение критерия Фишера  $F_{\phi}$  сравнивается с критическим значением  $F_{\text{кр}}$ .

Если  $F_{\phi} < F_{\text{кр}}$ , то принимается основная гипотеза, т.е.  $H_0: m_1 = m_2$ , а это означает, что переменная не оказывает влияния на объект исследования.

Если  $F_{\phi} > F_{\text{кр}}$ , то принимается альтернативная гипотеза, т.е.  $H_1: m_1 \neq m_2$ , это является подтверждением, что переменная влияет на интересующий нас объект исследования.

Необходимо помнить, что принятие (или непринятие) гипотезы носит вероятностный (статистический) характер и происходит при некотором уровне значимости  $\alpha$ . Допустим, при  $\alpha = 0,05$  ошибка составляет не более 5%.

Применим представленные выше алгоритмы для оценки физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур.

## Практическая часть

Для оценки физической подготовленности курсантов образовательных организаций силовых структур представлена статистическая информация по следующим переменным: показатель скорости (челночный бег), силовой показатель (количество подтягиваний) и показатель выносливости (кросс) курсантов по двум выборкам – обучающихся на 1 курсе (см. Рис. 1) и на 4 году обучения (см. Рис. 2).

|    | A   | B     | C             | D     | E                  | F     | G             | H     | I                   | J             | K               |
|----|-----|-------|---------------|-------|--------------------|-------|---------------|-------|---------------------|---------------|-----------------|
| 1  | №   | ФИО   | Челночный бег |       | Упражнение на силу |       | Кросс 1-5 км. |       | Общее кол-во баллов | Оценка за ОФП | Оценка за зачет |
| 2  | п/п | (пол) | время, сек.   | баллы | кол-во             | баллы | время, мин.   | баллы |                     |               |                 |
| 3  | 1   | м     | 25,8          | 72    | 12                 | 63    | 25:01         | 49    | 184                 | 5             | 4               |
| 4  | 2   | м     | 26,7          | 56    | 6                  | 43    | 26:40         | 44    | 143                 | 3             | 2               |
| 5  | 3   | м     | 26,4          | 60    | 11                 | 61    | 26:21         | 44    | 165                 | 5             | 4               |
| 6  | 4   | м     | 28,2          | 47    | 13                 | 65    | 29:20         | 41    | 153                 | 4             | 2               |
| 7  | 5   | м     | 27,6          | 49    | 12                 | 63    | 26:14         | 44    | 156                 | 4             | 3               |
| 8  | 6   | м     | 26,6          | 57    | 15                 | 69    | 26:20         | 44    | 170                 | 5             | 4               |
| 9  | 7   | м     | 27,4          | 49    | 12                 | 63    | 24:18         | 60    | 172                 | 5             | 4               |
| 10 | 8   | м     | 26,5          | 58    | 9                  | 53    | 24:21         | 58    | 169                 | 5             | 4               |
| 11 | 9   | м     | 25,0          | 88    | 13                 | 65    | 24:18         | 60    | 213                 | 5             | 5               |
| 12 | 10  | м     | 26,0          | 68    | 9                  | 53    | 25:43         | 46    | 167                 | 5             | 4               |
| 13 | 11  | м     | 28,0          | 48    | 15                 | 69    | 23:02         | 78    | 195                 | 5             | 4               |
| 14 | 12  | м     | 28,3          | 46    | 11                 | 61    | 23:57         | 68    | 175                 | 5             | 4               |
| 15 | 13  | м     | 28,3          | 46    | 5                  | 38    | 29:22         | 41    | 125                 | 2             | 2               |

Рис. 1. Показатели физической подготовленности курсантов на первом году обучения

|    | A        | B            | C              | D     | E                  | F     | G              | H     | I                         | J                | K                  |
|----|----------|--------------|----------------|-------|--------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|------------------|--------------------|
| 1  | №<br>п/п | ФИО<br>(пол) | Челночный бег  |       | Упражнение на силу |       | Кросс 1-5 км.  |       | Общее<br>кол-во<br>баллов | Оценка<br>за ОФП | Оценка<br>за зачет |
| 2  |          |              | время,<br>сек. | баллы | кол-во             | баллы | время,<br>мин. | баллы |                           |                  |                    |
| 3  | 1        | м            | 25,8           | 72    | 10                 | 58    | 21:50          | 88    | 218                       | 5                | 4                  |
| 4  | 2        | м            | 25,3           | 82    | 17                 | 73    | 23:08          | 78    | 233                       | 5                | 4                  |
| 5  | 3        | м            | 27,1           | 52    | 10                 | 58    | 24:11          | 62    | 172                       | 3                | 4                  |
| 6  | 4        | м            | 26,4           | 60    | 19                 | 77    | 23:25          | 74    | 211                       | 5                | 4                  |
| 7  | 5        | м            | 26,8           | 55    | 13                 | 65    | 23:52          | 68    | 188                       | 4                | 4                  |
| 8  | 6        | м            | 26,3           | 62    | 17                 | 73    | 23:35          | 72    | 207                       | 5                | 4                  |
| 9  | 7        | м            | 27,4           | 49    | 11                 | 61    | 21:46          | 87    | 197                       | 5                | 4                  |
| 10 | 8        | м            | 26,4           | 60    | 20                 | 79    | 23:30          | 73    | 212                       | 5                | 5                  |
| 11 | 9        | м            | 26,3           | 62    | 15                 | 69    | 22:51          | 82    | 213                       | 5                | 4                  |
| 12 | 10       | м            | 26,4           | 60    | 14                 | 67    | 24:50          | 52    | 179                       | 3                | 3                  |
| 13 | 11       | м            | 26,1           | 66    | 12                 | 63    | 23:40          | 71    | 200                       | 5                | 4                  |
| 14 | 12       | м            | 26,4           | 60    | 19                 | 77    | 23:30          | 73    | 210                       | 5                | 4                  |
| 15 | 13       | м            | 25,3           | 82    | 12                 | 63    | 33:01          | 34    | 179                       | 3                | 3                  |
| 16 | 14       | м            | 25,9           | 70    | 22                 | 83    | 22:45          | 82    | 235                       | 5                | 4                  |
| 17 | 15       | м            | 25,2           | 84    | 14                 | 67    | 24:42          | 59    | 210                       | 5                | 4                  |

Рис. 2. Показатели физической подготовленности курсантов 4 года обучения

Представленные в теоретической части статьи алгоритмы дисперсионного анализа удобней и наглядней проводить в среде электронной таблицы MS Excel [9].

Встроенная в MS Excel программа (или макрос) по проведению дисперсионного анализа («Данные» – «Анализ данных» – «Однофакторный дисперсионный анализ») позволяет исследовать значимость (или равенство) средних выборочных значений объекта исследования (в нашем случае – показателей физической подготовленности курсантов) в зависимости от соответствующего уровня переменной (года обучения курсанта).

Статистические показатели («среднее», «дисперсия») уровня физической подготовленности курсантов в зависимости от года их обучения и по показателям быстроты, силы и выносливости представлены соответственно на Рис. 3, 4, 5. На этих же рисунках показаны численные значения сумм квадратов  $SS$ ,  $SS_{\text{мг}}$ ,  $SS_{\text{вг}}$  (см. формулы (2), (3) и (4)) и числа степеней свободы  $df$  в зависимости от источника вариации и, что самое важное для принятия статистической гипотезы, значения критериев Фишера – фактическое (или расчетное)  $F_{\text{ф}}$  (см. формулу (5)) и критическое  $F_{\text{кр}}$ .

Отмечаем, что по всем трем показателям физической подготовленности курсантов  $F_{\text{ф}} > F_{\text{кр}}$ , а это означает, что принимается альтернативная гипотеза, т.е.  $H_1: m_1 \neq m_2$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , где  $m_1$  и  $m_2$  – математические ожидания соответствующего показателя (быстроты, силы, выносливости) на первом –  $m_1$  и четвертом –  $m_2$  годах обучения курсантов.

|                                    |        |         |         |           |            |               |
|------------------------------------|--------|---------|---------|-----------|------------|---------------|
| Однофакторный дисперсионный анализ |        |         |         |           |            |               |
| ИТОГИ                              |        |         |         |           |            |               |
| Группы                             | Счет   | Сумма   | Среднее | Дисперсия |            |               |
| Столбец 1                          | 93,00  | 2563,30 | 27,56   | 2,11      |            |               |
| Столбец 2                          | 93,00  | 2428,00 | 26,11   | 0,77      |            |               |
| Дисперсионный анализ               |        |         |         |           |            |               |
| Источник вариации                  | SS     | df      | MS      | F         | P-Значение | F критическое |
| Между группами                     | 98,42  | 1       | 98,42   | 68,41     | 2,6016E-14 | 3,89          |
| Внутри групп                       | 264,70 | 184     | 1,44    |           |            |               |
| Итого                              | 363,12 | 185     |         |           |            |               |

Рис. 3. Результаты дисперсионного анализа уровня физической подготовленности курсантов в зависимости от года их обучения по результатам челночного бега (показатель быстроты)

| Однофакторный дисперсионный анализ |         |       |         |           |            |               |
|------------------------------------|---------|-------|---------|-----------|------------|---------------|
| ИТОГИ                              |         |       |         |           |            |               |
| Группы                             | Счет    | Сумма | Среднее | Дисперсия |            |               |
| Столбец 1                          | 93      | 875   | 9,41    | 11,61     |            |               |
| Столбец 2                          | 93      | 1305  | 14,03   | 13,27     |            |               |
| Дисперсионный анализ               |         |       |         |           |            |               |
| Источник вариации                  | SS      | df    | MS      | F         | P-Значение | F критическое |
| Между группами                     | 994,09  | 1     | 994,09  | 79,90     | 4,1172E-16 | 3,89          |
| Внутри групп                       | 2289,38 | 184   | 12,44   |           |            |               |
| Итого                              | 3283,46 | 185   |         |           |            |               |

Рис. 4. Результаты дисперсионного анализа уровня физической подготовленности курсантов в зависимости от года их обучения по силовому показателю (количество подтягиваний на перекладине)

| Однофакторный дисперсионный анализ |          |        |         |           |            |               |
|------------------------------------|----------|--------|---------|-----------|------------|---------------|
| ИТОГИ                              |          |        |         |           |            |               |
| Группы                             | Счет     | Сумма  | Среднее | Дисперсия |            |               |
| Столбец 1                          | 93       | 1,6961 | 26:16   | 3,278E-06 |            |               |
| Столбец 2                          | 93       | 1,5544 | 24:04   | 1,395E-06 |            |               |
| Дисперсионный анализ               |          |        |         |           |            |               |
| Источник вариации                  | SS       | df     | MS      | F         | P-Значение | F критическое |
| Между группами                     | 0,000108 | 1      | 0,00011 | 46,16     | 1,4621E-10 | 3,89          |
| Внутри групп                       | 0,00043  | 184    | 2,3E-06 |           |            |               |
| Итого                              | 0,000538 | 185    |         |           |            |               |

Рис. 5. Результаты дисперсионного анализа уровня физической подготовленности курсантов в зависимости от года их обучения по показателю выносливости (кросс – 5 км)

Принятие альтернативной гипотезы позволяет утверждать, в рамках решаемой нами задачи, что год обучения курсанта влияет на показатель уровня его физической подготовленности. Но, думается, дело не только в возрасте курсанта. Очевидно, что и система тренировок, проводимая в образовательных организациях силовых структур, оказывает влияние на уровень физической подготовленности обучающихся.

Это положение убедительно подтверждает, в основном, достаточную эффективность действующей системы физической подготовки в образовательных организациях силовых структур. Средства и методы, используемые в процессе общей физической подготовки курсантов, позволяют решать поставленные задачи, добиваясь более высокого уровня физической подготовленности к старшим курсам [10, 11, 12].

## Заключение

Предложенные для оценки физической подготовленности курсантов методы и алгоритмы проведения дисперсионного анализа математически обосновывают влияние фактора (возрастных характеристик) на показатели силы, быстроты и выносливости обучающихся. Возможности электронных таблиц (MS Excel, LO Calc) позволяют процедуры дисперсионного анализа сделать более быстрыми и наглядными.

Объективность данного математического подхода к оценке физической подготовленности курсантов убедительно подтверждается с точки зрения методик тренировок, проводимых в образовательных организациях силовых структур, по мере перехода обучающихся на старшие курсы.

## Список источников

1. Павлова, А.А. Общая физическая подготовка как составляющая профессионально-прикладной физической подготовки курсантов образовательных организаций МВД России / А.А. Павлова, И.Н. Подрезов // Наука-2020. – 2023. – № 3(64). – С. 61-66.

2. Муравьев, А.В. Общая физическая подготовка как составляющая профессионально-прикладной физической подготовки курсантов образовательных организаций ФСИН России / А.В. Муравьев, Т.К. Одинцова // Пенитенциарное право: юридическая теория и правоприменительная практика. – 2020. – № 2(24). – С. 29-32.

3. Щеголев, В.А. Педагогические закономерности и принципы управления процессом физической подготовки курсантов вузов / В.А. Щеголев, Р.В. Кириченко, П.А. Солдатов // Физическая культура студентов. – 2019. – № 68. – С. 93-96. – EDN SSUORM.

4. Исаков, Н.А. Анализ проведения контрольно-учетных мероприятий в процессе управления физической подготовкой и перспективы их совершенствования / Н.А. Исаков, О.С. Зайцев, Е.А. Нагорный // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2021. – № 2. – С. 78-82.

5. Большакова, Л.В., Примакин, А.И., Яковлева, Н.А. Математико-статистические методы обработки экспериментальных данных при проведении научных исследований (методические рекомендации) / СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2014. – 92 с.

6. Лоули Д., Максвелл А. Факторный анализ как статистический метод / М.: Изд-во «Мир», 1967. – 144 с.

7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для прикладного бакалавриата. – 12-е изд. М.: Юрайт, 2015.

8. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для прикладного бакалавриата. – 11-е изд., перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2016.

9. Статистический анализ данных в MS Excel: Учебное пособие / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов – Москва: ИНФРА-М, 2012.

10. Гуралев В.М. Эффективность различных методов функционального тренинга в практике физической подготовки курсантов и слушателей вузов МВД России / В.М. Гуралев, С.А. Фомин, А.Р. Шевченко // Физическая культура и спорт – основы здоровой нации: материалы V Международной научно-практической конференции, Чита, 31 октября 2019 года. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2019. – С. 39-41.

11. Физическая подготовка: Учебник / В.А. Кудин, В.А. Торопов, В.И. Дудчик [и др.]. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2016. – 300 с.

12. Куликов М.Л. Общая физическая подготовка курсантов в образовательных организациях МВД России / М.Л. Куликов, С.В. Науменко // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2023. – № 2(98). – С. 201-207. – DOI 10.35750/2071-8284-2023-2-201-207.

## References

1. Pavlova, A.A. General physical training as part of the professional and applied physical training of cadets of educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia/A.A. Pavlova, I.N. Podrezov//Science-2020. – 2023. – № 3(64). - S. 61-66.

2. Muravyov, A.V. General physical training as part of the vocational and applied physical training of cadets of educational organizations of the Federal Penitentiary Service of Russia/A.V. Muravyov, T.K. Odintsova//Penitentiary law: legal theory and law enforcement practice. – 2020. – № 2(24). - S. 29-32.

3. Shchegolev, V.A. Pedagogical patterns and principles of managing the process of physical training of university cadets/V.A. Shchegolev, R.V. Kirichenko, P.A. Soldatov//Physical culture of students. – 2019. – № 68. - S. 93-96. – EDN SSUORM.

4. Isakov, N.A. Analysis of the control and accounting measures in the process of managing physical training and prospects for their improvement/N.A. Isakov, O.S. Zaitsev, E.A. Nagorny//Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies. – 2021. – № 2. - S. 78-82.

5. Bolshakova, L.V., Primakin, A.I., Yakovleva, N.A. Mathematical and statistical methods of processing experimental data during scientific research (methodological recommendations )/St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg, Ministry of Internal Affairs of Russia, 2014. - 92 s.
6. Lawley D, Maxwell A. Factor Analysis as a Statistical Method/M: World Publishing House, 1967. - 144 s.
7. Gmurman V.E. Probability theory and mathematical statistics: a textbook for applied undergraduate studies. - 12th ed. M.: Yurite, 2015.
8. Gmurman V.E. Guide to solving problems in probability theory and mathematical statistics: a textbook for applied undergraduate studies. - 11th ed., Rev. and additional M.: Yurite, 2016.
9. Statistical analysis of data in MS Excel: Textbook/A.Yu. Kozlov, V.S. Mkhitarian, V.F. Shishov - Moscow: INFRA-M, 2012.
10. Guralev V.M. Effectiveness of various functional training methods in the practice of physical training of cadets and students of universities of the Ministry of Internal Affairs of Russia/V.M. Guralev, S.A. Fomin, A.R. Shevchenko//Physical culture and sports are the foundations of a healthy nation: materials of the V International Scientific and Practical Conference, Chita, October 31, 2019. - Chita: Trans-Baikal State University, 2019. - S. 39-41.
11. Physical training: Textbook/V.A. Kudin, V.A. Toropov, V.I. Dudchik [and others]. - 2nd edition, revised and supplemented. - St. Petersburg: St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2016. - 300 s.
12. Kulikov M.L. General physical training of cadets in educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia/M.L. Kulikov, S.V. Naumenko//Bulletin of St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2023. – № 2(98). - S. 201-207. – DOI 10.35750/2071-8284-2023-2-201-207.

#### Информация об авторах

М.Л. Куликов - кандидат педагогических наук

А.И. Примакин - доктор технических наук

Д.Н. Саратов - кандидат технических наук

Information about the author

M.L. Kulikov - Ph.D. of Pedagogic Sciences

A.I. Primakin - Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences

D.N. Saratov - Ph.D. of Engineering Sciences

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.11.2023; одобрена после рецензирования 10.12.2023; принята к публикации 15.12.2023.

The article was submitted 27.11.2023, approved after reviewing 10.12.2023, accepted for publication 15.12.2023