

УДК 159.91:355.232.6

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.51.3.06

**Вадим Дмитриевич Кузнецов<sup>1</sup>,**  
**Виктор Викторович Аржаков<sup>2</sup>,**  
**Виктор Станиславович Черный<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Воздушно-десантные войска, 104 гвардейский десантно-штурмовой полк,  
Псков, Россия

<sup>2,3</sup> Военный институт физической культуры,  
Санкт-Петербург, Россия

**Оценка профессиональной работоспособности  
военнослужащих Воздушно-десантных войск  
при выполнении специальных задач в суточном наряде  
на основе анализа вариабельности ритма сердца**

*Аннотация.* В статье представлены результаты исследования профессиональной выносливости и физической работоспособности военнослужащих Воздушно-десантных войск в процессе выполнения задач в суточном наряде. Актуальность исследования заключается в том, что медико-биологическое сопровождение учебно-боевой и служебной деятельности на основе анализа вариабельности сердечного ритма с помощью современных аппаратно-программных комплексов должны помочь в своевременной корректировке планов боевой подготовки и улучшении усвоения учебной программы военнослужащими подразделений Воздушно-десантных войск. Цель исследования — оценить уровень профессиональной работоспособности военнослужащих Воздушно-десантных войск с разным уровнем физической подготовленности и воздействием на них вредных факторов служебной деятельности на основе показателей вариабельности ритма сердца. На основе данных вариабельности сердечного ритма произведен анализ состояния регуляторных процессов организма, проведена оценка профессиональной работоспособности военнослужащих до и после выполнения специальных задач по несению службы в суточном наряде. С помощью ортостатической пробы оценены скрытые возможности функциональных систем организма. Организм военнослужащих, имеющих высокие показатели физической подготовленности, адекватно реагирует на ортостатическую пробу, у солдат с низким уровнем физической подготовленности появляются признаки перенапряжения регуляторных систем. Представлено, что влияние специфических факторов служебной деятельности, вызванных исполнением служебных обязанностей в суточном наряде (стресс, утомление, физическое и умственное перенапряжение), взаимосвязано с физической подготовленностью военных специалистов.

*Ключевые слова:* вариабельность сердечного ритма, военнослужащие, физическая подготовленность, вредные факторы военной службы, суточный наряд

UDC 159.91:355.232.6

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.51.3.06

**Vadim Dmitrievich Kuznetsov**<sup>1</sup>,  
**Viktor Viktorovich Arzhakov**<sup>2</sup>,  
**Viktor Stanislavovich Cherny**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Airborne troops,  
Pskov, Russia

<sup>2,3</sup> Military Institute of Physical Culture,  
St. Petersburg, Russia

### **Assessment of the professional performance of Airborne troops when performing special tasks in daily attire based on the analysis of heart rhythm variability**

**Abstract.** The article presents the results of a study of professional endurance and physical performance of servicemen of the airborne troops in the process of performing tasks in daily attire. The relevance of the study lies in the fact that medical and biological support of combat training and service activities based on the analysis of heart rate variability with the help of modern hardware and software systems should help in timely adjustment of combat training plans and improve the assimilation of the curriculum by military personnel of airborne troops units. The purpose of the study is to assess the level of professional performance of airborne troops with different levels of physical fitness and exposure to harmful factors of official activity on the basis of heart rate variability indicators. Based on the data of heart rate variability, an analysis of the state of the regulatory processes of the body was carried out, an assessment of the professional performance of military personnel before and after performing special tasks for service in a daily outfit was carried out. With the help of an orthostatic test, the latent capabilities of the functional systems of the body were evaluated. The body of servicemen with high physical fitness indicators adequately respond to an orthostatic test, soldiers with a low level of physical fitness show signs of overstrain of regulatory systems. It is presented that the influence of specific factors of official activity caused by the performance of official duties in a daily outfit (stress, fatigue, physical and mental overstrain) is interrelated with physical.

**Keywords:** heart rate variability, military personnel, physical fitness, harmful factors of military service, daily attire

## **Введение**

**О**сновное занятие военнослужащих — это боевая подготовка, которая направлена на обучение их специальным знаниям, приемам и действиям с последующим совершенствованием профессиональных навыков и умений. Но процесс учебно-боевой подготовки иногда прерывается процессом служебно-боевой деятельности, который включает в себя боевое дежурство, караульную и внутреннюю службу (суточный наряд) [3, 9].

Данные мероприятия связаны с выполнением комплекса мер по обеспечению высокой боеготовности подразделений. Для их выполнения привлекаемый

личный состав заступает в специальные суточные наряды. Выполнение обязанностей суточного наряда подвергает военнослужащего ряду вредных факторов (стресс, утомление, физическое и умственное перенапряжение) [3, 4, 9], которые влияют на их функциональное состояние.

Большая физическая и эмоциональная нагрузка, а также недостаток сна ведет к снижению всех функций организма военнослужащего. Снижение функционального состояния может повлиять на процесс учебно-боевой деятельности и снизить качество овладения военно-профессиональными навыками [4, 8, 12].

### **Актуальность исследования**

Медико-биологическое сопровождение учебно-боевой и служебной деятельности на основе анализа variability сердечного ритма с помощью современных аппаратно-программных комплексов должны помочь в своевременной корректировке планов боевой подготовки и способствовать улучшению усвоения учебной программы военнослужащими подразделений Воздушно-десантных войск.

Оценкой функционального состояния на основе variability сердечного ритма занимались такие ученые, как Р. М. Баевский (1966), Н. И. Шлык (2001), Е. Е. Гуревич (2007), Т. М. Брук (2009), Ф. Б. Литвин (2010), Е. А. Гаврилова (2016).

Рассмотрение вопроса взаимосвязи уровня физической подготовленности с успеваемостью по предметам боевой подготовки представлено в работах В. А. Щеголева, Р. В. Кузнецова (1973); Б. А. Иванова (1984); Р. М. Кадырова (1988); В. П. Малышева (1989); Э. А. Зюрина (2008).

Однако, отдавая должное авторам этих исследований, надо отметить, что рассмотрение вопросов оценки профессиональной работоспособности военнослужащих Воздушно-десантных войск современными средствами диагностики, позволяющими осуществлять групповое обследование, нами не обнаружено.

### **Материалы и методы исследования**

**Цель исследования** — оценить уровень профессиональной работоспособности военнослужащих Воздушно-десантных войск с разным уровнем физической подготовленности с воздействием на них вредных факторов служебной деятельности на основе показателей variability ритма сердца.

В исследовании принимали участие 40 военнослужащих Воздушно-десантных войск первой категории (десантно-штурмовые и разведывательные подразделения), их средний возраст составил  $29,3 \pm 5,85$  лет.

Исследование состояло из трех этапов (рис. 1). Первый этап — подготовительный — включал в себя подбор кандидатов, проверку уровня физической подготовленности военнослужащих и формирование групп на основе полученных результатов. В первую группу (низкий уровень физической подготовленности) входили военнослужащие, оцененные по физической подготовке на «неудовлетворительно», во вторую группу (средний уровень физической подготовленности) — военнослужащие, оцененные по физической подготовке на «удовлетворительно», в третью (хороший уровень физической подготовленности) — военнослужащие, оцененные по физической подготовке на «хорошо», в четвертую (высокий уровень физической подготовленности) — на «отлично».



**Рис. 1.** Модель исследования

Второй этап — экспериментальный — включал в себя оценку функционального состояния военнослужащих в относительном состоянии физиологического покоя с помощью экспресс-анализа variability ритма сердца в киностазе и ортостазе, оценку успеваемости солдат по основным предметам боевой подготовки (тактической, огневой), а также инженерной и медицинской подготовке и выполнению задач внутренней и караульной службы. Делался анализ показателей variability сердечного ритма военнослужащих в положении лежа и стоя, затем давалась оценка результатов успеваемости после выполнения специальных задач.

Анализ variability сердечного ритма проводился в утренние часы. Перед обследованием военнослужащие находились 15 минут в неподвижном состоянии. Полученные результаты заносились в индивидуальный протокол.

Запись кардиоритмограммы проходила в течение 300 кардиоциклов [1, 5, 10]. Проводили оценку спектральных показателей ВСР. Рассчитывали частотные параметры мощности в очень низкочастотном (VLF, мс) диапазоне, анализировали общую мощность спектра (TP, мс), а также оценивали индекс напряжения (ИН, у. е.)

Третий этап — анализ полученных результатов — включал математико-статистическую обработку данных и формирование выводов исследования.

В работе использовались следующие математико-статистические методы: критерий Колмогорова – Смирнова (при проведении проверки количественного характера признака на нормальность распределения); критерий Крускала – Уоллиса — для сравнения результатов между группами (данный критерий был выбран в связи с тем, что представленные количественные данные имели неравномерное распределение и количество сравниваемых групп было более трех); *t*-критерий Стьюдента для парных выборок (сравнение количественных признаков при выполнении условия их равенства) — для сравнения результатов внутри команды. В случае сравнения результатов качественных признаков дополнительно применялись Хи-квадрат Пирсона с поправкой на достоверность — для сравнения результатов между группами, и критерий Мак – Нимара — для сравнения результатов внутри команды. Корреляционный анализ проводился с помощью критерия Тау Кендалла. Различия между группами считали достоверными при минимальном уровне значимости  $p < 0,05$ , вся математико-статистическая обработка материалов проводилась с помощью программы STATISTICA 10.

## Результаты исследования

В задачу исследования входила оценка регуляторных механизмов сердечной деятельности в процессе исполнения специальных обязанностей внутренней и караульной службы военнослужащими Воздушно-десантных войск. Предполагалось, что динамика показателей variability ритма сердца, которые являются маркерами утомления и физического перенапряжения, может быть успешно использована для оценки профессиональной работоспособности военных специалистов [12]. Исходя из этого, нами были проанализированы изменения основных показателей variability ритма сердца, по которым можно определить тип вегетативной регуляции сердечного ритма [5, 7] у военных специалистов до и после выполнения задач в суточном наряде.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что за сутки до заступления в суточный наряд в ответ на изменение положения тела (из клиностазы в ортостаз) у всех военнослужащих в среднем на 30,3 % достоверно снижается показатель TP, очень низкие частоты (VLF) — на 19,7 % и на 41 % возрастает интегральный показатель напряженности систем (ИН),

Таблица 1

**Основные средние значения показателей variability сердечного ритма до заступления  
в суточный наряд и после исполнения специальных обязанностей**

Показатели ВСР	Положение тела	Низкая ФП N = 10			Средняя ФП N = 10			Хорошая ФП N = 10			Высокая ФП N = 10			P	
		до	после	p	до	после	p	до	после	p	до	после	p	до	после
ТР, мс	Лежа	5717,9 ± 49,3	3860,02 ± 79,8	0,0001	5582,7 ± 42,2	4402,8 ± 75,3	0,0001	5723,5 ± 47,149,9	4990,1 ± 119,07	0,001	5641,2 ± 49,9	5143,6 ± 72,8	0,038	0,06	0,001
	Стоя	3936,05 ± 35,04	3743,1 ± 41,03	0,012	3977,6 ± 37,5	3885,08 ± 73,6	0,11	3928,2 ± 27,5	3866,06 ± 80,06	0,45	3997,4 ± 35,7	4153,5 ± 84,1	0,07	0,5	0,01
	P	0,0001	0,17		0,0001	0,002		0,0001	0,0001		0,001	0,0001			
VLF, мс	Лежа	1814,5 ± 19,1	1739,7 ± 10,5	0,0001	2247,5 ± 21,5	1679,3 ± 20,03	0,0001	2229,4 ± 18,7	1581,7 ± 14,7	0,001	2265,09 ± 19,7	1478,7 ± 14,5	0,001	0,1	0,001
	Стоя	2260,6 ± 23,3	2048,5 ± 11,4	0,0016	1800,2 ± 16,4	2009,5 ± 13,8	0,0016	1822,6 ± 15,4177	1842,3 ± 12,4	0,29	1787,7 ± 17,7	1742,2 ± 13,3	0,07	0,15	0,05
	P	0,00001	0,0001		0,0001	0,002		0,0001	0,0001		0,01	0,005			
ИИ, у.е.	Лежа	47,2 ± 1,1	46,1 ± 1,3	0,62	45,3 ± 1,01	44,4 ± 1,3	0,68	47,3 ± 0,7	42,9 ± 1,2	0,02	48,02 ± 1,4	42,6 ± 1,3	0,03	0,4	0,1
	Стоя	78,5 ± 1,06	109,3 ± 1,3	0,0001	81,2 ± 1,3	107,5 ± 0,8	0,0001	81,5 ± 1,6	103,9 ± 1,1	0,05	80,8 ± 1,5	99,8 ± 0,7	0,05	0,35	0,005
	P	0,00001	0,0001		0,0001	0,0001		0,0001	0,0001		0,001	0,001			

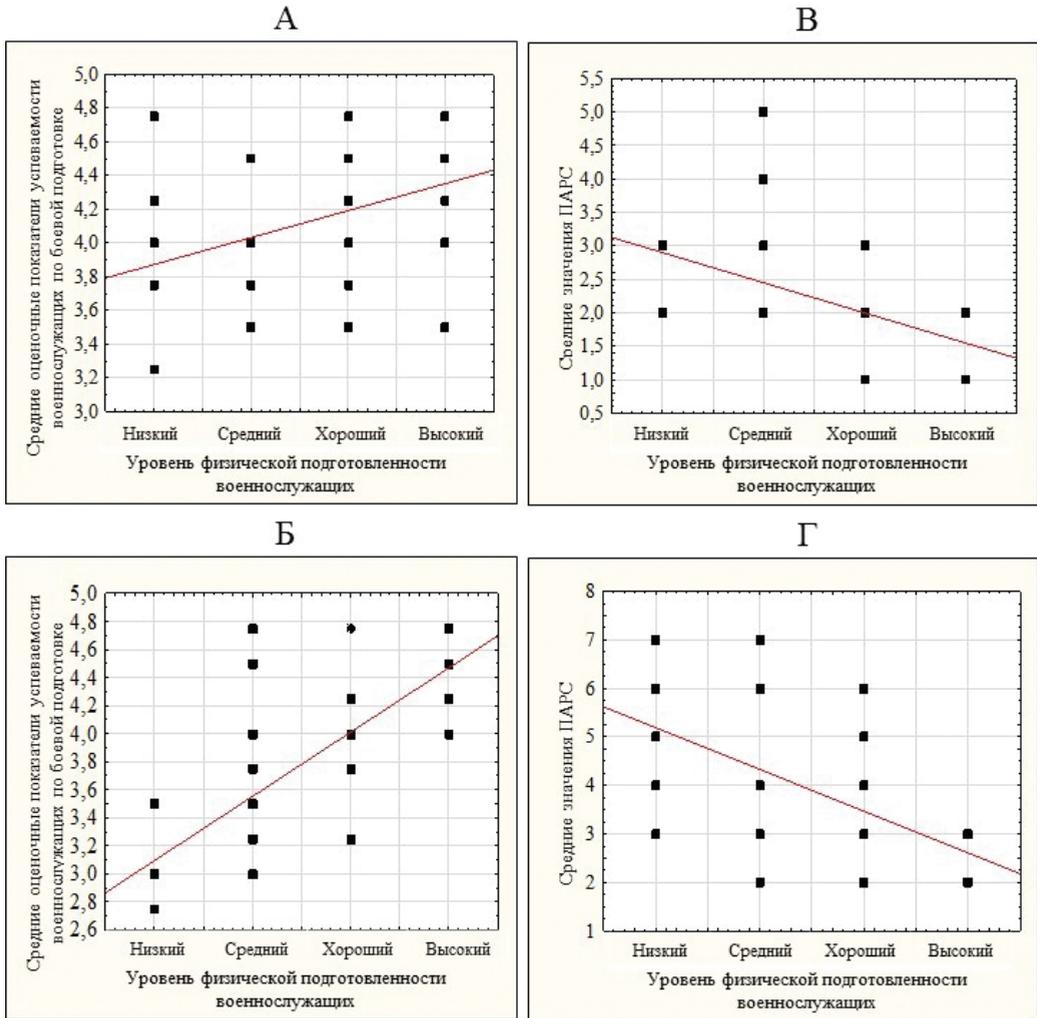
что некоторыми учеными рассматривается как адекватная реакция с нормальными адаптационными возможностями [6, 11].

Также необходимо отметить, что в сравниваемых результатах анализа вариабельности ритма сердца между группами до заступления в суточный наряд, достоверных различий не обнаружено.

На следующий день после смены наряда реакция на ортостатическую пробу у военнослужащих каждой группы была различна. В первой группе «Низкая ФП» по показателю TP изменения произошли менее 4 %, значимость изменений не переходит критических значений, значимые изменения произошли по показателям VLF — на 15 %, и ИН — на 58 %. Представленные данные свидетельствуют о том, что военнослужащие данной группы не восстановились после перенесенных нагрузок, вызванных вредными факторами военной службы [12]. Почти все военнослужащие с низким уровнем физической подготовленности имеют выраженное преобладание центрального контура в покое, трактуемое некоторыми авторами как 2-й тип регуляции; а в положении стоя у военных специалистов первой группы возникает сильная специфическая реакция, трактуемая как парадоксальная [11, 13]. Необходимо отметить, что данное включение в процесс управления центрального контура регуляции военнослужащих не поддается коррекции со стороны автономного контура из-за ярко выраженного переутомления [2, 10]. Данной группе военнослужащих необходимы дополнительные сутки отдыха и углубленный медицинский осмотр.

У групп со средней, хорошей и высокой ФП произошли значимые изменения в общей мощности спектра (TP) — на 12, 13 и 20 % соответственно, в ультранизкочастотном диапазоне мощности (VLF) — на 17, 15 и 16 % соответственно, в показателях индекса напряжения систем (ИН) — на 69, 71 и 70 % соответственно. Представленные результаты говорят о том, что военнослужащие второй и третьей групп имеют умеренное напряжение регуляторных систем. Требуется привлечение функциональных резервов организма. В четвертой группе военнослужащих — с высокой физической подготовленностью, исходя из данных анализа вариабельности ритма, в особенности показателей активности регуляторных систем, выявлено, что их организм находится в состоянии поддержания активного равновесия со средой, а напряжение регуляторных систем — оптимальное.

Другой задачей исследования было выявление корреляционных связей между уровнем физической подготовленности, успеваемости по основным предметам боевой подготовки и показателями активности регуляторных систем. Проведенный корреляционный анализ (см. рис. 2) показал, что между уровнем физической подготовленности военнослужащих Воздушно-десантных войск и их успеваемостью по боевой подготовке до наряда есть средняя связь —  $r = 0,58$  (при  $p > 0,05$ ) [12], и слабая отрицательная корреляционная связь между уровнем физической подготовленности и показателями активности регуляторных систем —  $r = 0,34$  (при  $p > 0,05$ ) [3, 12].



**Рис. 2.** Диаграммы рассеяния корреляционных связей между уровнем физической подготовленности, успеваемостью по основным предметам боевой подготовки и показателями активности регуляторных систем:

А — успеваемость по БП и уровень ФП до наряда; Б — успеваемость по БП и уровень ФП после наряда; В — ПАРС и уровень ФП до наряда; Г — ПАРС и уровень ФП после наряда

Результаты корреляционного анализа данных после наряда регистрируют сильную взаимосвязь —  $r = 0,83$  (при  $p > 0,05$ ) — между уровнем физической подготовленности военнослужащих и успеваемостью по основным предметам боевой подготовки [2, 7]. Также существует средняя отрицательная корреляция между уровнем физической подготовленности и ПАРС [3].

## Выводы

В ходе исследования было показано, что изучение и анализ показателей variability ритма сердца у военнослужащих Воздушно-десантных войск до и после суточного наряда дают объективную информацию о состоянии механизмов регуляции сердечной деятельности на разных уровнях нейрогуморальной регуляции. Наилучшей профессиональной работоспособностью обладают бойцы с отличным уровнем физической подготовленности [12]. По мере снижения физической подготовленности солдат повышается напряженность со стороны регуляторных механизмов организма, чаще переходящая в дезадаптацию после специфической нагрузки (воздействие вредных факторов военной службы).

Также достоверно установлено, что военнослужащие с высоким уровнем физической подготовленности обладают большим потенциалом в овладении предметами боевой подготовки [5, 7]; при этом военнослужащие с низким уровнем физической подготовленности под воздействием специфических вредных факторов, вызванных исполнением обязанностей в суточном наряде, часто не справляются с минимальными требованиями программы боевой подготовки.

## Список источников

1. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127.
2. Гаврилова Е. А. Вариабельность ритма сердца и спорт: монография (3-е издание, дополненное). СПб.: Институт спорта и здоровья, 2018. 186 с.
3. Кузнецов В. Д., Чупраков Д. А. Особенности функционального состояния организма военнослужащих Воздушно-десантных войск с разным уровнем физической подготовленности при несении службы в суточном наряде // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2023. № 1. С. 216–220.
4. Курьянович Е. Н. Физиология человека: учебное пособие / Е. Н. Курьянович, Т. И. Вихрук, Е. Д. Марцинкевич и др. СПб.: ВИФК, МО РФ, 2014. С. 182.
5. Литвин Ф. Б., Брук Т. М., Кротова К. А. Оценка соревновательной выносливости баскетболистов по данным variability сердечного ритма // Современные вопросы биомедицины. 2022. Т. 6. № 2 (19). DOI: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_02\_7
6. Михалюк Е. Л. Сравнительная характеристика variability сердечного ритма, центральной гемодинамики и физической работоспособности пловцов, различающихся по квалификации // Российский кардиологический журнал. 2020. Т. 25. № 2. С. 34.
7. Прогноз успешности пловцов-юниоров на основе оценки variability сердечного ритма / Е. В. Брынцева, Е. А. Гаврилова, Г. М. Загородный [и др.] // Прикладная спортивная наука. 2020. № 2 (12). С. 61–69.
8. Путилин Л. В. Влияние качества сна и физической работоспособности на variability сердечного ритма студентов // Modern Science. 2020. № 12–2. С. 224–226.

9. Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 14 дек. 1993 г. № 2140. М.: Ось-89, 2006. 351 с. ISBN 5-98534-394-4
10. Шлык Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: методическое пособие. Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2022. 80 с.
11. Шлык Н. И. Оценка патологической брадикардии в покое и ортостазе у спортсменов по результатам анализа вариабельности сердечного ритма // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2023. № 1 (43). С. 87–93.
12. Щуров А. Г. Результаты динамических исследований функционального состояния и физической подготовленности курсантов первого курса вуза в период общевойсковой подготовки // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2022. № 4. С. 267–272.
13. Электрокардиограмма спортсмена: норма, патология и потенциально опасная зона / Г. А. Макарова, Т. С. Гуревич, Е. Е. Ачкасов, С. Ю. Юрьев. М.: Спорт, 2018. 256 с. (Библиотечка спортивного врача и психолога). ISBN 978-5-9500178-8-9

### References

1. Baevsky R. M. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical use // *Ultrasound and functional diagnostics*. 2001. № 3. S. 108–127. (In Russ.).
2. Gavrilova E. A. Variability of heart rhythm and sports: monograph (3rd edition, supplemented). SPb.: Institute of Sports and Health, 2018. 186 s. (In Russ.).
3. Kuznetsov V. D., Chuprakov D. A. Features of the functional state of the body of servicemen of the Airborne Forces with different levels of physical fitness while serving in a daily outfit // *Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies*. 2023. № 1. S. 216–220. (In Russ.).
4. Kuryanovich E. N. Human physiology: textbook / E. N. Kuryanovich, T. I. Vikhruk, E. D. Martsinkevich et al. SPb.: VIFK, RF Ministry of Defense, 2014. S. 182. (In Russ.).
5. Litvin F. B., Brook T. M., Krotova K. A. Assessment of competitive endurance of basketball players based on heart rate variability data // *Modern biomedicine issues*. 2022. T. 6. № 2 (19). (In Russ.). DOI: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_02\_7
6. Mikhalyuk E. L. Comparative characteristics of heart rate variability, central hemodynamics and physical performance of swimmers who differ in qualifications // *Russian Journal of Cardiology*. 2020. T. 25. № 2. S. 34. (In Russ.).
7. Prediction of success of junior swimmers based on an assessment of heart rate variability / E. V. Bryntseva, E. A. Gavrilova, G. M. Zagorodny [et al.] // *Applied sports science*. 2020. № 2 (12). S. 61–69. (In Russ.).
8. Putilin L. V. Effect of sleep quality and physical performance on student heart rate variability // *Modern Science*. 2020. № 12–2. S. 224–226. (In Russ.).
9. Charter of the internal service of the Armed Forces of the Russian Federation: approved by Decree of the President of the Russian Federation dated December 14, 1993, № 2140. М.: Axis-89, 2006. 351 s. (In Russ.). ISBN 5-98534-394-4
10. Shlyk N. I. Variability of heart rate and methods of its determination in athletes in the training process: methodological manual. Izhevsk: Udmurt State University, 2022. 80 s. (In Russ.).

11. Shlyk N. I. Assessment of pathological bradycardia at rest and orthostasis in athletes based on the results of the analysis of heart rate variability // Physical education and sports training. 2023. № 1 (43). S. 87–93. (In Russ.).

12. Shchurov A. G. Results of dynamic studies of the functional state and physical fitness of cadets of the first year of the university during the period of combined arms training // Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies. 2022. № 4. S. 267–272. (In Russ.).

13. Athlete electrocardiogram: norm, pathology and potentially dangerous zone / G. A. Makarova, T. S. Gurevich, E. E. Achkasov, S. Yu. Yuriev. M.: Sport, 2018. 256 s. (Library of a sports doctor and psychologist). (In Russ.). ISBN 978-5-9500178-8-9