

УДК 615.835.3-796/799

<https://doi.org/10.56871/МТП.2025.61.43.002>

ДИНАМИКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА У ПЛОВЦОВ НА ОТКРЫТОЙ ВОДЕ

© Елена Владимировна Ломазова^{1, 3, 7}, Дарья Александровна Слепова^{2, 7},
Андрей Вячеславович Калинин^{2, 4, 5, 7}, Екатерина Владимировна Брынцева^{6, 7},
Дарья Викторовна Малекова⁷

¹ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, 121059, г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, Российская Федерация

² Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, 197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2, Российская Федерация

³ Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9, Российская Федерация

⁴ Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35, Российская Федерация

⁵ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

⁶ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, Российская Федерация

⁷ Городской врачебно-физкультурный диспансер, 191028, г. Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 18, Российская Федерация

Контактная информация: Дарья Александровна Слепова — к.м.н., ассистент кафедры факультетской терапии с клиникой НМИЦ им. В.А. Алмазова; заведующий лабораторией, врач по спортивной медицине лаборатории повышения функциональных резервов СПб ГБУЗ «Городской врачебно-физкультурный диспансер». E-mail: darya.aleksandrovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-1205-3862>; SPIN: 2888-3089

Для цитирования: Ломазова Е.В., Слепова Д.А., Калинин А.В., Брынцева Е.В., Малекова Д.В. Динамика вариабельности сердечного ритма в предсоревновательном периоде тренировочного цикла у пловцов на открытой воде. Медицина: теория и практика. 2025;10(3):14–19. <https://doi.org/10.56871/МТП.2025.61.43.002>

Поступила: 18.06.2025

Одобрена: 29.07.2025

Принята к печати: 30.09.2025

РЕЗЮМЕ. Введение. В работе любого тренера и врача спортивной медицины во время тренировочного процесса необходим постоянный динамический контроль за функциональным состоянием спортсменов и реактивностью регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов и возможные их поломки. И поэтому крайне важно внедрять в спортивную практику методы раннего распознавания неадекватной реакции организма на физические нагрузки. Этим методом является динамический анализ вариабельности сердечного ритма. **Цель исследования** — изучить вариабельность сердечного ритма пловцов на открытой воде в предсоревновательном периоде тренировочного цикла. **Материалы и методы.** В исследовании оценивалось функциональное состояние 9 высококвалифицированных пловцов на открытой воде перед ответственными стартами методом определения вариабельности сердечного ритма (ВСР) на основе показателей спектрального анализа. Исследование проводилось у каждого спортсмена в два этапа: за 2 недели и за 1 неделю до соревнований. По результатам соревнований сформированы две группы спортсменов: 1-я с успешным выступлением и 2-я — спортсмены, которые не выполнили свою соревновательную программу. **Результаты.** При сравнении параметров ВСР спортсменов 1-й и 2-й групп статистически значимые различия были выявлены в разнице параметров за 2 недели до соревнований и за 1 неделю до соревнований по параметрам TP (Total Power), LF (Low Frequency), HF (High Frequency), VLF (Very Low Frequency), причем у более успешных спортсменов эти параметры изменились при подходе к соревнованиям. **Выводы.** При приближении значимых соревнований у высококвалифицированных пловцов на открытой воде

за 1 неделю возрастает общий спектр, а индекс напряжения снижается. Таким образом, по этим критериям можно отследить состояние спортивной формы и спрогнозировать успешность выступления индивидуально для каждого спортсмена.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спортсмены, вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние, плавание на открытой воде

DYNAMICS OF HEART RATE VARIABILITY IN THE PRE-COMPETITION PERIOD OF THE TRAINING CYCLE IN OPEN WATER SWIMMERS

© Elena V. Lomazova^{1, 3, 7}, Darya A. Slepova^{2, 7}, Andrej V. Kalinin^{2, 4, 5, 7},
Ekaterina V. Bryntseva^{6, 7}, Darya V. Malekova⁷

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the FMBA of Russia, 5 Bol'shaya Dorogomilovskaya str., Moscow, 121059, Russian Federation

² Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratov str., Saint Petersburg, 197341, Russian Federation

³ Saint Petersburg State University, 7–9 Universitetskaya emb., Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

⁴ P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, 35 Dekabristov str., Saint Petersburg, 190121, Russian Federation

⁵ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Lithuania, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

⁶ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya str., Saint Petersburg, 195067, Russian Federation

⁷ City Medical and Physical Education Dispensary, 18 Fontanka emb., Saint Petersburg, 191028, Russian Federation

Contact information: Daria A. Slepova — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor at the Department of Faculty Therapy with the clinic of the Almazov National Research Medical Center; Head of the laboratory, Sports medicine doctor at the Laboratory for Improving Functional Reserves of the City Medical and Physical Education Dispensary.

E-mail: darya.aleksandrovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-1205-3862>; SPIN: 2888-3089

For citation: Lomazova E.V., Slepov D.A., Kalinin A.V., Bryntseva E.V., Malekova D.V. Dynamics of heart rate variability in the pre-competition period of the training cycle in open water swimmers. *Medicine: Theory and Practice*. 2025;10(3):14–19. (In Russian). <https://doi.org/10.56871/MTP.2025.61.43.002>

Received: 18.06.2025

Revised: 29.07.2025

Accepted: 30.09.2025

ABSTRACT. Introduction. In the work of any coach and sports medicine doctor during the training process, constant dynamic monitoring of the functional state of athletes and the reactivity of regulatory systems that determine the effectiveness of adaptive mechanisms and their possible breakdowns is necessary. Therefore, it is extremely important to introduce into sports practice methods of early recognition of the body's inadequate response to physical exertion. This method is a dynamic analysis of heart rate variability. **Aim** — to study the variability of the heart rate of open-water swimmers in the pre-competition period of the training cycle. **Materials and methods.** The study assessed the functional state of 9 highly qualified open water swimmers before crucial starts by determining heart rate variability (HRV) based on spectral analysis indicators. The study was conducted for each athlete in two stages: 2 weeks and 1 week before the competition. According to the results of the competition, two groups of athletes were formed: the first with a successful performance and the second who did not fulfill their competitive program. **Results.** When comparing the HRV parameters of athletes in groups 1 and 2, statistically significant differences were found in the difference between the parameters 2 weeks before the competition and 1 week of competition in terms of TP (Total Power), LF (Low Frequency), HF (High Frequency), VLF (Very Low Frequency) and parameters, and for more successful athletes these parameters changed when approaching the competition. **Conclusions.** As significant competitions approach, highly qualified open water swimmers have an increased overall spectrum in 1 week, and the stress index decreases. Thus, according to these criteria, it is possible to track the state of athletic fitness and predict the success of an individual performance for each athlete.

KEYWORDS: athletes, heart rate variability, functional state, open water swimming

ВВЕДЕНИЕ

Оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) в спортивной медицине давно зарекомендовала себя как высокочувствительный метод определения функционального состояния (ФС), который во многих видах спорта стал незаменимым для оперативного контроля с целью коррекции состояния спортсмена, как на тренировках, так и перед ответственными соревнованиями [1–3]. Исследования отечественных ученых в области анализа ВСР во многих разделах опережают зарубежных коллег, потому что анализ ВСР рассматривается ими как метод оценки переменных во времени интегральных характеристик функциональных систем, регулирующих работу сердца и других параметров кровообращения, как индикатор адаптационно-приспособительных процессов не только по отношению к сердечно-сосудистой системе, но и к организму в целом [1, 4–9].

В работе любого тренера и врача спортивной медицины во время тренировочного процесса необходим постоянный динамический контроль за функциональным состоянием спортсменов и реактивностью регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов и возможные их «поломки». Именно поэтому крайне важно внедрять в спортивную практику методы раннего распознавания неадекватной реакции организма на физические нагрузки. Этим методом является динамический анализ ВСР. Определение индивидуально-типологического портрета ВСР выявляет особенности функционирования регуляторных систем до и после физической нагрузки, адаптационных механизмов организма спортсменов в покое и в ответ на тренировки.

В работе Н.И. Шлык говорится о возможности прогнозирования спортивного успеха на соревнованиях в зависимости от типа регуляции [7]. Важно понимать, что при дисрегуляторных проявлениях спортсмен не должен тренироваться, и тем более выступать на соревнованиях. Это приводит к перенапряжению и срыву в состоянии регуляторных систем и болезням. Ценность динамического исследования ВСР у спортсменов заключается в своевременном выявлении дисрегуляции, состояния перетренированности, адаптивных возможностей организма.

Динамическая регистрация ВСР в разные периоды спортивной подготовки позволяет определять, как функциональное утомление, перенапряжение систем и органов, так и состояние спортивной формы [10–12].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — изучить вариабельность сердечного ритма пловцов на открытой воде в предсоревновательном периоде тренировочного цикла.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данного исследования было обследовано 9 высококвалифицированных пловцов на открытой воде перед ответственными стартами. Гендерное распределение: 5 мужчин в возрасте 18–29 лет, имеющих спортивную квалификацию мастер спорта, заслуженный мастер спорта; 4 женщины в возрасте 20–25 лет, имеющих спортивную квалификацию мастер спорта международного класса, заслуженный мастер спорта.

С помощью модуля оценки функционального состояния комплекса «Мультиспектр» методом определения вариабельности сердечного ритма исследовали наиболее информативные, с нашей точки зрения, показатели спектрального анализа: общую мощность спектра (TP — Total Power), мощность волн высокой частоты (HF — High Frequency), мощность волн низкой частоты (LF — Low Frequency), мощность волн очень низкой частоты (VLF — Very Low Frequency), индекс напряжения регуляторных систем Баевского (ИН), отношение средних значений низкочастотного и высокочастотного компонента ВСР — коэффициент вагосимпатического воздействия (LF/HF), индекс централизации — степень преобладания активности центрального контура над автономным (ИЦ = $VLF + LF / HF$).

Исследование проводилось у каждого спортсмена дважды: за 2 недели и за 1 неделю до соревнований.

По результатам соревнований сформированы две группы спортсменов:

- 1-я группа — шесть пловцов, достигших желаемой цели и выступивших в соответствии с поставленной тренером задачей;
- 2-я группа — трое спортсменов, не выполнивших свою соревновательную программу.

Для объективной оценки различных методов исследования и получения результатов проведена статистическая обработка материалов.

Цифровой материал наблюдений обработан с использованием пакета пакеты программы STATISTICA 6 и Microsoft Excel (версия 2013). Для оценки статистической значимости изменений показателей применяли непараметрические методы: критерий Вилкоксона, t-критерий,

поскольку распределение полученных данных значений отличалось от нормального.

В работе приводятся статистически достоверные данные с вероятностью ошибки менее 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При сравнении параметров variability ритма сердца спортсменов 1-й и 2-й группы статистически значимые различия были выявлены в разнице параметров за 2 недели до соревнований и за 1 неделю до соревнований по параметрам TP, LF, HF, VLF, причем у более успешных спортсменов эти параметры изменились в сторону увеличения при подходе к соревнованиям, а ИН, соответственно, снизился. По показателям ИЦ, соотношению LF/HF, ортостатической пробе статистически значимых отличий выявлено не было (табл. 1).

По показателям ИЦ, соотношению LF/HF, ортостатической пробе статистически значимых отличий выявлено не было.

На рисунках 1 и 2 представлены изменения спортсменов, реализовавших свои возможности на соревнованиях: увеличение показателя TP и снижение индекса напряжения за неделю до старта, что характеризуется как улучшение функционального состояния в предсоревновательный период (рис. 1, 2).

У спортсменов, не выполнивших свою соревновательную программу, наблюдалось снижение показателя TP и повышение индекса напряжения, что не соответствовало набору спортивной формы в данный период и требовало большего времени восстановления после предстартовых тренировок (рис. 3, 4).

При статистической обработке спектральных показателей variability сердечного ритма у спортсменов 1-й группы также наблюдались

Таблица 1

Сравнительные (за 2 недели и 1 неделю) данные показателей variability ритма сердца спортсменов двух групп

Table 1

Comparative (for 2 weeks and for 1 week) data on heart rate variability in athletes of the two groups

TP		HF		LF		VLF	
1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
4900	151	3657	-1548	836	2719	409	-1021
3970	-3483	384	-3168	894	-555	2683	241
53549	-1523	30 159	-236	8566	-308	14 832	-979
3231		50		1196		1986	
4873		1751		2043		1080	
5930		4399		-401		1928	
	$p \leq 0,01$		$p \leq 0,01$		$p \leq 0,01$		$p \leq 0,01$

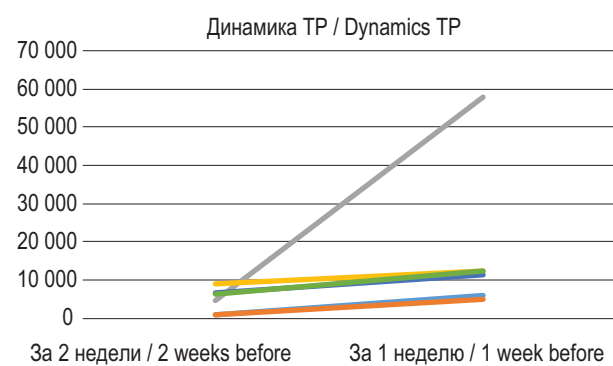


Рис. 1. Динамика общего спектра (TP) спортсменов 1-й группы, успешно выступивших на соревнованиях

Fig. 1. Dynamics TP in athletes of the 1st group who successfully performed at competitions

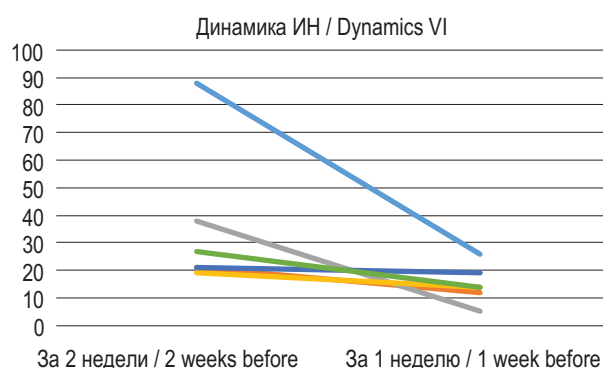


Рис. 2. Динамика индекса напряжения (ИН) спортсменов 1-й группы, успешно выступивших на соревнованиях

Fig. 2. Dynamics variability index among athletes of the 1st group who successfully competed in competitions

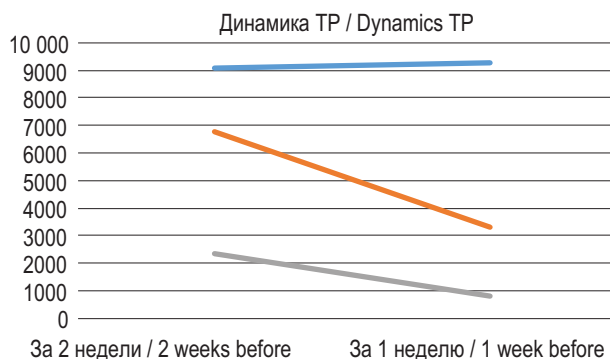


Рис. 3. Динамика общего спектра (TP) спортсменов 2-й группы, не реализовавших свои возможности на соревнованиях

Fig. 3. Dynamics of TP in athletes of the 2nd group who did not realize their potential in competitions

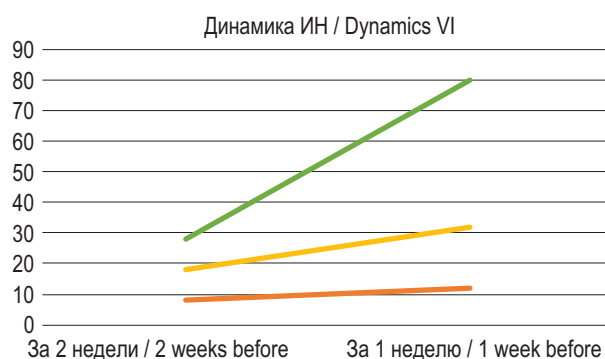


Рис. 4. Динамика индекса напряжения (ИН) спортсменов 2-й группы, не реализовавших свои возможности на соревнованиях

Fig. 4. Dynamics variability index in athletes of the 2nd group who did not realize their potential in competitions

достоверные изменения VLF за 2 недели и за 1 неделю до старта на 50% ($p < 0,05$), у спортсменов 2-й группы значимых изменений не было.

По классификации типа регуляции сердечного ритма Н.И. Шлык [11] за 2 недели до соревнований в 55% случаев у спортсменов обеих групп отмечался 3-й тип, а в 45% — 4-й тип регуляции. За 1 неделю до старта распределение по типам регуляции стало: 64% — 4-й тип и 36% — 3-й тип регуляции.

За неделю до соревнований у спортсменов 1-й группы отмечалось увеличение доли VLF в структуре общего спектра и в 100% случаев — переход в 4-й тип регуляции, что по классификации Н.И. Шлык отражает высокий уровень тренированности у высококвалифицированных спортсменов и в нашем исследовании может говорить о состоянии оптимальной «спортивной формы» [7].

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

При приближении значимых соревнований у высококвалифицированных пловцов на открытой воде за неделю до старта возрастает общий спектр (TP) за счет всех компонентов спектра — симпатического, парасимпатического и гуморального. Таким образом, по этим критериям можно отследить состояние спортивной формы и прогнозировать индивидуальную успешность выступления для каждого спортсмена.

Многочисленное динамическое исследование ФС с помощью показателей спектрального анализа ВСР в плавании на открытой воде в предсоревновательном периоде расширит дополнительные возможности проведения восстановительных мероприятий.

В дальнейшем изучение индивидуального портрета ВСР в тренировочном процессе и соревновательных периодах каждого спортсмена даст возможность не только прогнозировать выступления, но и к своевременно корректировать предстартовую форму как пловцов на открытой воде, так и спортсменов других видов спорта.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Conflict interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность. М.; 2015.
2. Гаврилова Е.А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности. Практическая медицина. 2015;3-1(88):52–58. EDN: XVHLKH.
3. Калинин А.В. Оценка вариабельности сердечного ритма в практике спортивной медицины. СПб.; 2007.
4. Баевский Р.М. Научно-теоретические основы использования анализа вариабельности сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма. Тез. межд. симп. «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий XX–XXI». М.; 1999.
5. Баевский Р.М., Кирилов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука; 1984.
6. Иванова Н.В. Влияние специфики двигательной деятельности на вариабельность сердечного ритма спортсменов (по данным амбулаторного мониторингирования). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.; 2003.
7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск; 2009.
8. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016;1:17–23.
9. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена. Прикладная спортивная наука. 2015;2:115–125. EDN: VSELKZ.
10. Козырева Л.В. Функциональное состояние вегетативной нервной системы у спасателей МЧС России. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2004.
11. Ломазова Е.В., Круглова И.В. Адаптация миокарда к физическим нагрузкам в плавании на открытой воде. Сборник материалов научно-практической конференции «Обеспечение спорта высших достижений» 17 октября 2014 г. 2014:109–111.
12. Слепова Д.А., Ломазова Е.В., Мельничук Н.В. и др. Методические рекомендации по определению перенапряжения спортсмена: (медицинская услуга B03.020.008 — Определение перенапряжения спортсмена). СПб.: Городской врачебно-физкультурный диспансер; 2024. EDN: RGNDLO.

REFERENCES

1. Gavrilova E.A. Sport, stress, variability. Moscow; 2015. (In Russian).
2. Gavrilova E.A. The use of heart rate variability in assessing the success of sports activities. Practical Medicine. 2015;3-1(88):52–58. (In Russian). EDN: XVHLKH.
3. Kalinin A.V. Assessment of heart rate variability in the practice of sports medicine. Educational and methodical manual for doctors. Saint Petersburg; 2007. (In Russian).
4. Baevsky R.M. Scientific and theoretical foundations of the use of heart rate variability analysis to assess the degree of stress of the regulatory systems of the body. Tez. Internals. Simp. “Computer electrocardiography at the turn of the century XX–XXI. Moscow; 1999. (In Russian).
5. Baevsky R.M., Kirilov O.I., Kletskin S.Z. Mathematical analysis of changes in heart rhythm under stress. Moscow: Nauka; 1984. (In Russian).
6. Ivanova N.V. The influence of the specifics of motor activity on the heart rate variability of athletes (according to outpatient monitoring). PhD thesis. Saint Petersburg; 2003. (In Russian).
7. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk; 2009. (In Russian).
8. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Analysis of heart rate variability in the control of athletes’ training and competitive activities using the example of ski sports. Physical therapy and sports medicine. 2016;1:17–23. (In Russian).
9. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Heart rate variability in the rapid assessment of an athlete’s functional state. Applied sports science. 2015;2:115–125. (In Russian). EDN: VSELKZ.
10. Kozyreva L.V. The functional state of the autonomic nervous system in rescuers of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Abstract of dissertation of the Candidate of Medical Sciences. Saint Petersburg; 2004. (In Russian).
11. Lomazova E.V., Kruglova I.V. Adaptation of the myocardium to physical exertion in open water swimming. Collection of materials of the scientific and practical conference “Ensuring high-performance sports” October 17, 2014. 2014:109–111. (In Russian).
12. Slepova D.A., Lomazova E.V., Melnichuk N.V. et al. Methodological recommendations for the determination of athlete’s overstrain: (medical service B03.020.008 — Determination of athlete’s overstrain). Saint Petersburg: City Medical and Physical Education Dispensary. 2024. (In Russian). EDN: RGNDLO.