

РЕАКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КАК КОМПОНЕНТ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОТВЕТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ

Н.З.Орлова¹, Т.Н.Зарецкая¹, О.Э.Апрышко¹, В.И.Пустовойт¹

¹ ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России,
Москва, Россия

Резюме. Цель исследования – изучить динамику психофизиологического ответа организма на аверсивный стимул и уровень ориентировочной реакции при его ожидании.

Материалы и методы исследования. В pilotном исследовании приняли участие 30 военнослужащих (все – мужчины), сфера профессиональной деятельности которых – специальная военная подготовка (респонденты). Респонденты были разделены на две группы, критерий отбора – стаж службы в войсках. При проведении исследования использовалось психофизиологическое телеметрическое устройство «Реакор-Т» (программное обеспечение «Энцефалан-СА»). Анализировались спектральные показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) – преобладание симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) и электроэнцефалографии (ЭЭГ) – функциональная активность центральной нервной системы (ЦНС).

Результаты исследования и их анализ. В ситуации ожидания психофизиологическая реактивность относительно фоновых значений у респондентов двух групп не была идентичной. У респондентов с меньшим стажем военной службы на этапе ожидания стимула психофизиологическая реактивность была интенсивней, чем при предъявлении активного стимула.

Выводы:

1. Анализ фоновых значений при психофизиологическом обследовании спецконтингента имеет низкий прогностический потенциал.
2. Применение функциональных проб при проведении психофизиологического обследования позволяет оценить уровень реактивности на предъявляемые стимулы относительно фоновых значений, а также восстановительный потенциал при завершении внешней стимуляции.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система, военнослужащие, психофизиологический ответ, респонденты, центральная нервная система, функциональные пробы, электроэнцефалограмма

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Орлова Н.З., Зарецкая Т.Н., Апрышко О.Э., Пустовойт В.И. Реакции центральной и вегетативной нервной системы как компонент психофизиологического ответа при применении функциональных проб // Медицина катастроф. 2025. №1. С. 52-59. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-52-59>

REACTIONS OF THE CENTRAL AND AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM AS A COMPONENT OF THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESPONSE WHEN USING FUNCTIONAL TESTS

N.Z.Orlova¹, T.N.Zaretskaya¹, O.E.Apryshko¹, V.I.Pustovoit¹

¹ State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Summary. The aim of the study was to examine the dynamics of the body's psychophysiological response to an aversive stimulus and the level of orienting reaction while waiting for it.

Materials and methods of the study. The pilot study involved 30 military personnel (all men), whose professional activity was special military training (respondents). The respondents were divided into two groups, the selection criterion was length of service in the troops. The study used the psychophysiological telemetry device "Reakor-T" (software "Encephalan-SA"). The spectral indices of heart rate variability (HRV) – the predominance of the sympathetic or parasympathetic divisions of the autonomic nervous system (ANS) and electroencephalography (EEG) – the functional activity of the central nervous system (CNS) were analyzed.

Results of the study and their analysis. In the waiting situation, the psychophysiological reactivity relative to the background values in the respondents of the two groups was not identical. In respondents with less military service experience, psychophysiological reactivity was more intense at the stimulus expectation stage than when an active stimulus was presented.

Conclusions:

1. Analysis of background values during psychophysiological examination of special contingents has low prognostic potential.
2. The use of functional tests during psychophysiological examination allows us to assess the level of reactivity to presented stimuli relative to background values, as well as the recovery potential upon completion of external stimulation.

Key words: autonomic nervous system, central nervous system, electroencephalogram, functional tests, heart rate variability, military personnel, psychophysiological response, respondents

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Orlova N.Z., Zaretskaya T.N., Apryshko O.E., Pustovoit V.I. Reactions of the Central and Autonomic Nervous System as a Component of the Psychophysiological Response when Using Functional Tests. Meditsina Katastrof = Disaster Medicine. 2025;1:52-59 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-52-59>

Контактная информация:

Апрышко Ольга Эдуардовна – научный сотрудник лаборатории больших данных и восстановительной медицины ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России
Адрес: Россия, 123098, Москва, ул. Новикова, д. 23
Тел.: +7 (499) 190-95-79
E-mail: olga_apryshko@mail.ru

Contact information:

Olga E. Apryshko – Junior Researcher of Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency
Address: 23, Novikova str., Moscow, 123098, Russia
Phone: +7 (499) 190-95-79
E-mail: olga_apryshko@mail.ru

Введение

Способность сохранения психического состояния для профессиональной надёжности в период пассивного ожидания постановки боевой задачи или в иных условиях неопределенности формирует устойчивую боеспособность личного состава [1].

Теме особенностей стрессоустойчивости у военнослужащих посвящено большое количество публикаций, авторы которых рассматривают влияние различных специфических стресс-ассоциированных факторов – экстремальных условий, витальных рисков, ментальной готовности выполнить боевую задачу, психофизиологического потенциала восстановления после окончания срока службы и др. [2, 3]. В то же время иногда, чтобы выполнить боевую задачу, нужно ждать приказа неопределенное время. В такой период особенности стрессоустойчивости раскрываются с новой стороны – в формах субъективной произвольной регуляции физического и психического состояния при наличии или отсутствии боевых угроз, удержания боевой энергии на основном уровне и необременённой готовности выполнить приказ. Период ожидания постановки боевой задачи может оказывать негативное влияние на механизмы саморегуляции профессиональной надёжности спецконтингента [1]. Например, в спорте высших достижений высвобождение психомоторной энергии до сигнала «старт» (фальстарт) грозит спортсмену дисквалификацией. У обычного человека длительное ожидание желаемого события может привести к эмоциональному выгоранию до того, как оно произойдет [4, 5].

Профессиональный отбор спецконтингента – это система психологической и психофизиологической диагностики. С целью получить объективные данные функционального состояния используются методы психофизиологической диагностики [6–8]. Применение бланковых методов опроса – малоинформативно по причине вероятности получения социально-желаемых результатов. В то же время тестирование в лабораторных условиях может не отражать значимые характеристики при выполнении боевого задания, поскольку такие измерения осуществляются в состоянии оперативного покоя. Применение функциональных проб при проведении психофизиологической диагностики позволяет оценить уровень реактивности на предъявляемые стимулы, а также восстановительный потенциал при завершении внешней стимуляции. В нашем инициативном пилотном эксперименте мы воссоздали экспозицию ожидания стимула для анализа компонентов психофизиологического ответа как со стороны вегетативной нервной системы (ВНС) – показатель функциональной готовности психомоторного реагирования, так и со стороны центральной нервной системы (ЦНС) – показатель управляемых функций психического реагирования [9–11].

Цель исследования – изучить динамику психофизиологического ответа наaversивный стимул. Задача исследования: оценить уровень психофизиологического

ответа при предъявлении функциональных стимулов у военнослужащих в зависимости от величины стажа воинской службы.

Материалы и методы исследования

В пилотном исследовании приняли участие 30 добровольцев в возрасте ($31 \pm 3,5$) года, все – лица мужского пола, действующие военнослужащие с опытом специальной подготовки и участия в боевых действиях (далее – респонденты). Участникам исследования были поставлены цели и определены задачи исследования, дана инструкция сохранять состояние оперативного покоя при обследовании.

У участников исследования при их фоновом обследовании методом электроэнцефалографии (ЭЭГ) и вариабельности сердечного ритма (ВСР) был установлен оптимальный уровень психоэмоционального состояния и нейровегетативных процессов регуляции организма [12, 13]. После этого они были разбиты на две группы в зависимости от стажа воинской службы. В 1-ю группу вошли 18 респондентов со стажем воинской службы в спецподразделениях более одного года, во 2-ю группу – 12 респондентов, стаж службы которых в спецподразделениях был менее одного года.

При проведении исследования использовалось психофизиологическое телеметрическое устройство «Реактор-Г» – программное обеспечение «Энцефалан-СА» для анализа сигналов по полиграфическим каналам совокупно с ЭЭГ-сигналами (ООО «Научно-производственно-конструкторская фирма «Медиком», Россия) – [12, 14]. Регистрация показателей общего уровня психофизиологической реактивности осуществлялась методами ВСР и ЭЭГ. Продолжительность каждого этапа составляла константную величину, равную 5 мин (таблица). При регистрации ЭЭГ использовались 8 электродов по системе 10–20, в качестве референта – ипсилатеральные ушные электроды.

Дизайн психофизиологического исследования состоял из трёх основных режимов: нейтрального (фоновые значения),aversивного стимула, ожидания стимула (ориентировочная реакция) – см. таблицу. Ключевые этапы – этапы С и Е – регистрировались с закрытыми глазами. В качествеaversивного стимула использовалась функциональная нагрузка с управляемым ограничением объёма вдоха.

Таблица / Table
Дизайн психофизиологического исследования
Psychophysiological Research Design

Режим / Mode	Этап / Stage	Примечание / Note
Нейтральный / Neutral	A	Глаза открыты / Eyes Open
Нейтральный / Neutral	B	Глаза закрыты / Eyes Closed
Аверсивный / Aversive	C	Глаза закрыты / Eyes Closed
Нейтральный / Neutral	D	Глаза открыты / Eyes Open
Ожидание / Expectation	E	Глаза закрыты / Eyes Closed
Нейтральный / Neutral	F	Глаза открыты / Eyes Open

Обработка данных осуществлялась: по уровню реактивности вегетативного ответа – по параметрам спектральных значений вариабельности сердечного ритма; по уровню реактивности ЦНС – по параметрам мощности биоэлектрической активности головного мозга.

Для анализа ВСР были отобраны спектральные значения сердечного ритма. Для анализа ЭЭГ использовался индекс выраженности волн (ИВВ), который определялся по усредненным значениям мощности спектров ЭЭГ во всех диапазонах по формуле: ИВВ = $(\alpha_2 + \beta_1 + \beta_2) / (\delta_1 + \delta_2 + \theta)$ на всех этапах исследования [15].

Полученные данные обрабатывали с использованием специального программного прикладного пакета STATISTICA v 13.1 (StatSoft, Inc., 2016 Талса, Оклахома, США) наряду с табличным редактором Excel for Windows 2021.

Для проверки полученных выборок на нормальность использовались значения коэффициента асимметрии, эксцесса и их стандартные ошибки, критерий Шапиро-Уилка и тест Колмогорова-Смирнова.

Для описания данных ЭЭГ и ВСР использовались значения медианы и межквартильного размаха – значения первого и третьего квартиля, а также среднее значение и стандартное отклонение. Сравнение между группами проводилось с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA – Analysis of variance), а попарное сравнение – с помощью непараметрического U-критерия Мана-Уйтни. При обработке данных статистическая значимость была установлена на уровне $p < 0,05$ [16].

Результаты исследования и их анализ. Обследование респондентов проводилось методами ВСР и ЭЭГ с последующим расчётом усредненных значений мощности спектров для подтверждения изменения активности центральной и вегетативной нервной системы.

По параметрам ЭЭГ в диапазоне альфа-ритма и спектральной динамики ИВВ отмечалось увеличение церебральной активности в ответ на предъявление аверсивного стимула (этап_C), причем медиана значений ИВВ на этом этапе, по сравнению с этапом_B, выросла за счет бета-ритма (рис. 1).

На предъявление аверсивного стимула активность альфа-ритма (этап_C) по сравнению с этапом_B – снизилась (рис. 2). При этом на этапе ожидания стимула (этап_E) ориентировочная реакция сохранялась и значения медианы ИВВ были идентичны этапу_C – см. рис. 1.

В 1-й группе отмечалось отсутствие вариативности функциональной активности головного мозга в диапазоне альфа-ритма в ответ на предъявляемые стимулы, что подтверждалось значениями межквартильного интервала на этапах C и E – см. рис. 1, 2.

По результатам анализа методом ВСР отмечалось изменение активности вегетативного ответа, которое подтверждалось по данным HF% и VLF% в 1-й группе (рис. 3, 4). Во время исследования динамические изменения мощности низкочастотного спектра с выраженным преобладанием вазомоторного центра (LF% – регулирующего сосудистый тонус и артериальное давление) – зарегистрированы не были.

На ключевых этапах C и E отмечалось снижение и уплощение вариативности показателя активности дыхательных высокочастотных волн (HF%) относительно других этапов в 1-й группе респондентов – см. рис. 3. На этапе ожидания стимула (этап_E) были зарегистрированы минимальные значения, характеризующие амплитуду дыхательных волн (HF%).

При предъявлении ключевых стимулов – этапы C и E – отмечались увеличение и вариативность показателя колебаний амплитуды надсегментарного уровня регуляции (VLF%). Так, на этапе_C значения показателя VLF% по сравнению с предыдущим этапом_B – увеличились – см. рис. 4.

Необходимо отметить, что на этапе_F следового эффекта психофизиологической реакции в ответ на предъявленные стимулы – функциональная проба – не отмечалось.

Во 2-й группе респондентов отмечалось изменение церебральной активности в ответ на предъявление аверсивного стимула (этап_C). Значения показателя ИВВ на этом этапе закономерно снижались за счет понижения амплитуды биоэлектрической активности ЭЭГ в диапазоне альфа и бета-ритма (рис. 5, 6).

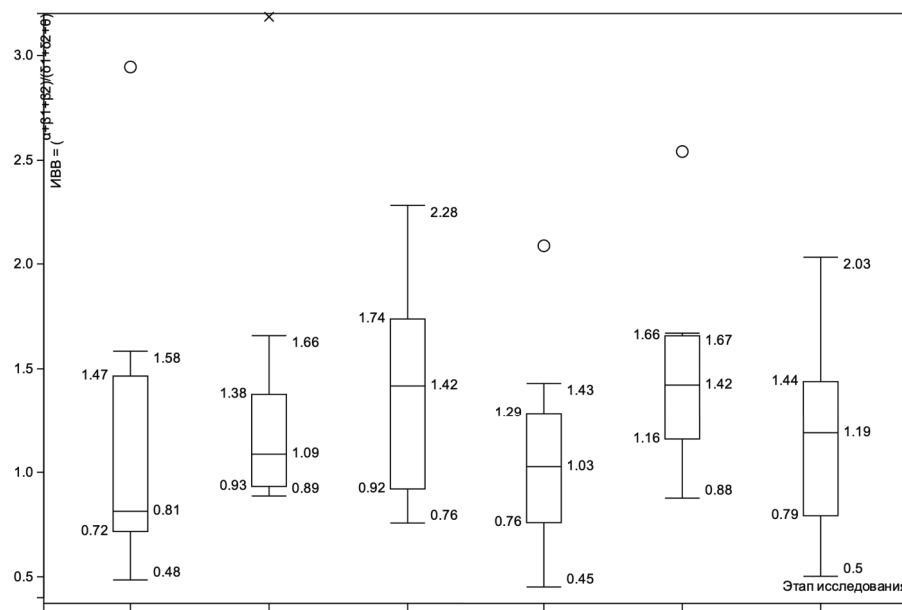


Рис. 1. Характеристика индекса выраженности волн (ИВВ) у респондентов 1-й группы
Fig. 1. Characteristics of the index of expression of the waves in the 1st group of respondents

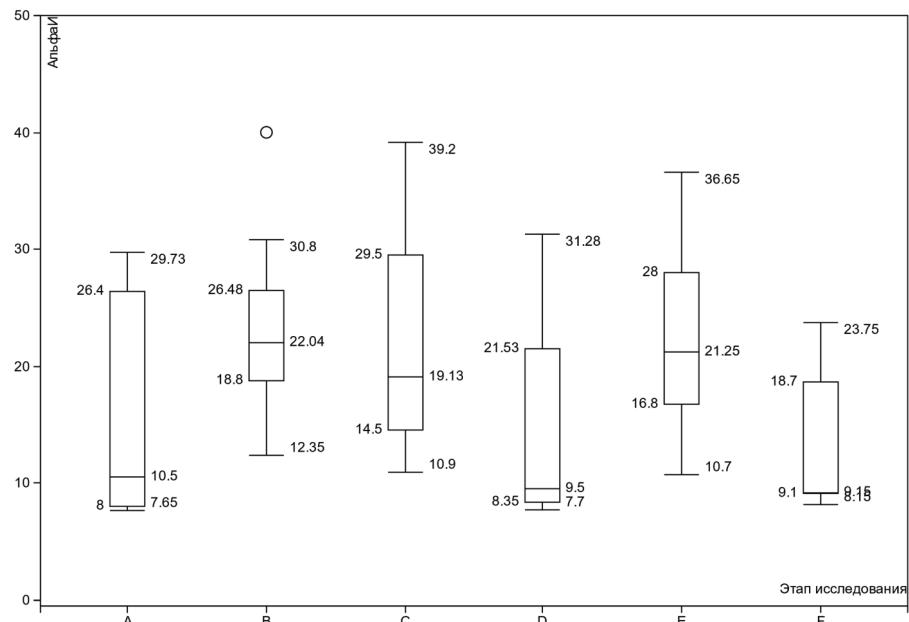


Рис. 2. Профиль реагирования по данным альфа-ритма у респондентов 1-й группы
Fig. 2. The response profile in the 1st group of respondents according to the alpha rhythm data

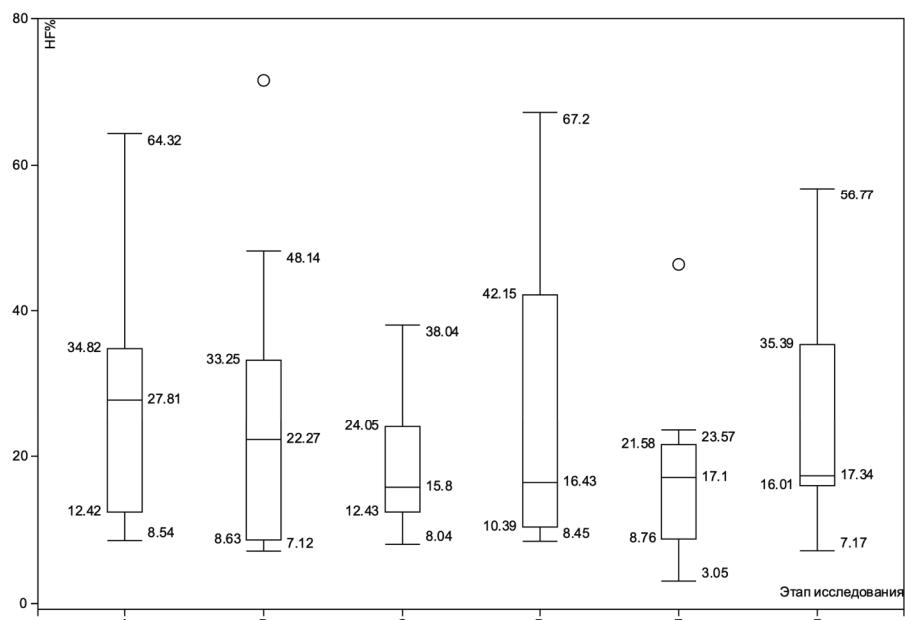


Рис. 3. График средних значений HF% в зависимости от этапа психофизиологического тестирования у респондентов 1-й группы
Fig. 3. Graph of the average values of HF% depending on the stage of psychophysiological testing in the 1st group of respondents

На этапе ожидания стимула (этап_E) во 2-й группе ориентировочная реакция была выше, чем при предъявлении активного стимула (этап_C) – см. рис. 5. Средние показатели ИВВ снижались за счет изменения активности бета-ритма на этапе E – см. рис. 5, 6.

При предъявлении аверсивного стимула на этапе_C отмечалось увеличение и вариативность колебаний амплитуды высших вегетативных центров (VLF%) при снижении активности дыхательных высокочастотных волн (HF%) относительно фона (рис. 7–9). Медиана, характеризующая активность надсегментарного уровня регуляции вегетативной нервной системы (VLF%), достигала своего максимума на этапе_D – см. рис. 9.

Амплитуда дыхательных волн (HF%) на этапе_C снижалась относительно этапов_A и B – см. рис. 7. Снижение активности высокочастотного спектрального

диапазона компенсировалось повышением медианы низкочастотных и очень низкочастотных колебаний, характеризующих преобладание симпатического отдела над парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы – см. рис. 8, 9.

У респондентов 1-й и 2-й групп наблюдалась повышенная активность регулирующего сосудистого тонуса и артериального давления (АД) на всех этапах исследования.

Во 2-й группе на этапе_E медиана VLF% существенно снижалась по сравнению с этапами С и D и при этом увеличивались значения межквартильного размаха – см. рис. 9. Тогда как спектральная активность LF% увеличивалась относительно этапов С и D – см. рис. 8.

Необходимо отметить, что во 2-й группе на итоговом этапе_F, в отличие от 1-й группы, был зарегистрирован

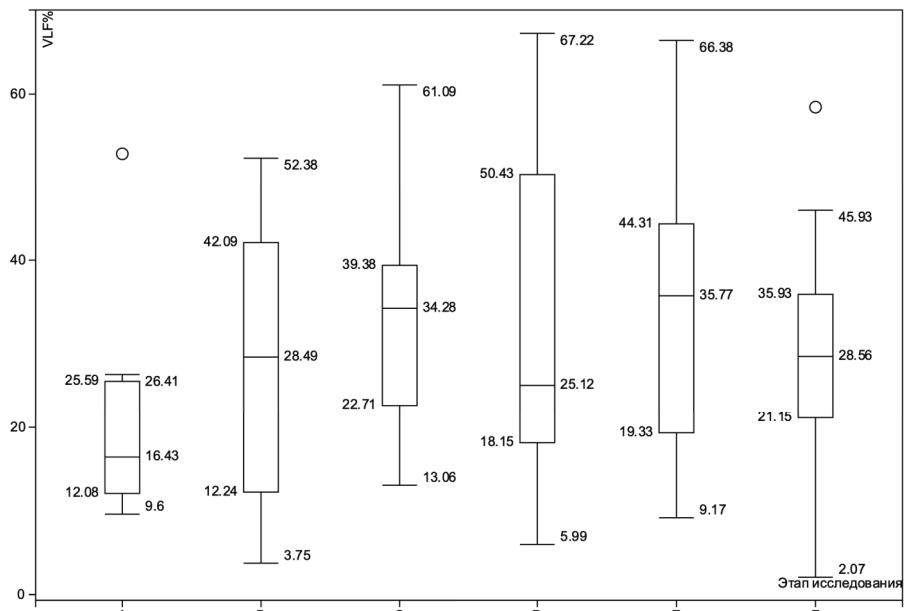


Рис. 4. График средних значений VLF% в зависимости от этапа психофизиологического тестирования у респондентов 1-й группы

Fig. 4. Graph of the average values of VLF% depending on the stage of psychophysiological testing in the 1st group of respondents

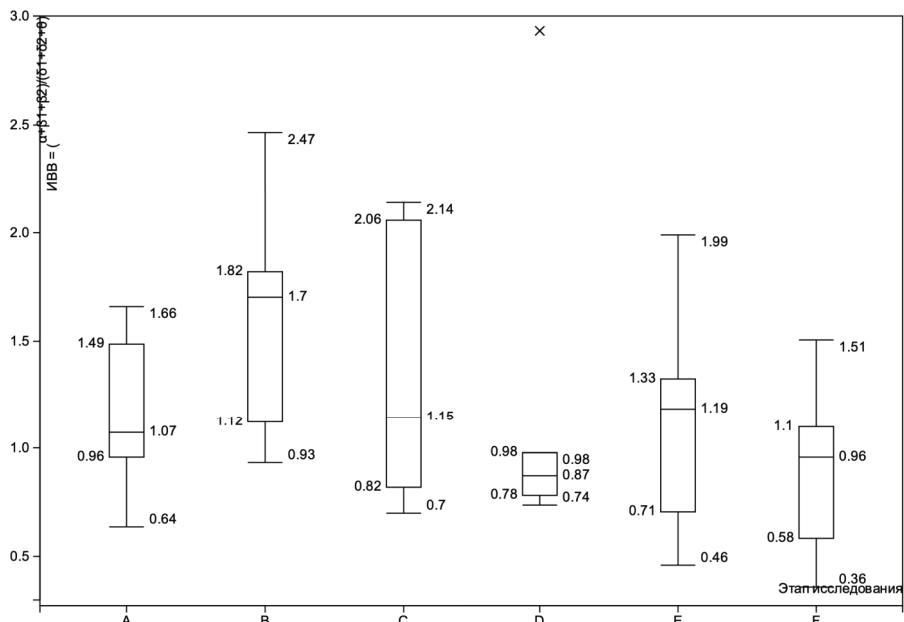


Рис. 5. Характеристика индекса выраженности волн (ИВВ) у респондентов 2-й группы

Fig. 5. Characteristics of the index of expression of the waves in the 2nd group of respondents

следовой эффект, выражавшийся в снижении и уплощении разброса значений, характеризующих активность симпатического (LF%) и парасимпатического (HF%) отделов вегетативной нервной системы – см. рис. 7, 8. Амплитуда очень низкочастотного спектра (VLF%) на этапе завершения исследования (этап_F) повышалась относительно фоновых значений – см. рис. 9.

Заключение

Согласно полученным данным, в обеих группах регистрировалась психофизиологическая реактивность при использовании функциональной пробы. Отмечалась ориентировочная реакция в ответ на ожидание экспериментального стимула. Однако при его ожидании психофизиологическая реактивность в группах не была идентичной.

По данным ЭЭГ, показатели функциональной активности головного мозга на этапе ожидания стимула у

респондентов с меньшим стажем воинской службы были выше, чем при предъявлении активного стимула. Зарегистрированная разница ответной реакции со стороны биоэлектрических сигналов ЦНС у менее опытного контингента говорит о необходимости формирования сознательных антистрессовых механизмов в период ожидания и неопределенности в целях удержания профессиональной надежности на допустимом уровне, что достигается обучением новобранцев навыкам саморегуляции в стресс-ассоциированных ситуациях.

По данным ВСР, у респондентов с меньшим сроком службы было зарегистрировано снижение активности дыхательных высокочастотных волн (HF%), что отражает автономный уровень восстановительного потенциала регуляторных систем. Также отмечалось повышение амплитуды сигнала высших вегетативных центров (VLF%) на этапе завершения исследования, что свидетельствовало

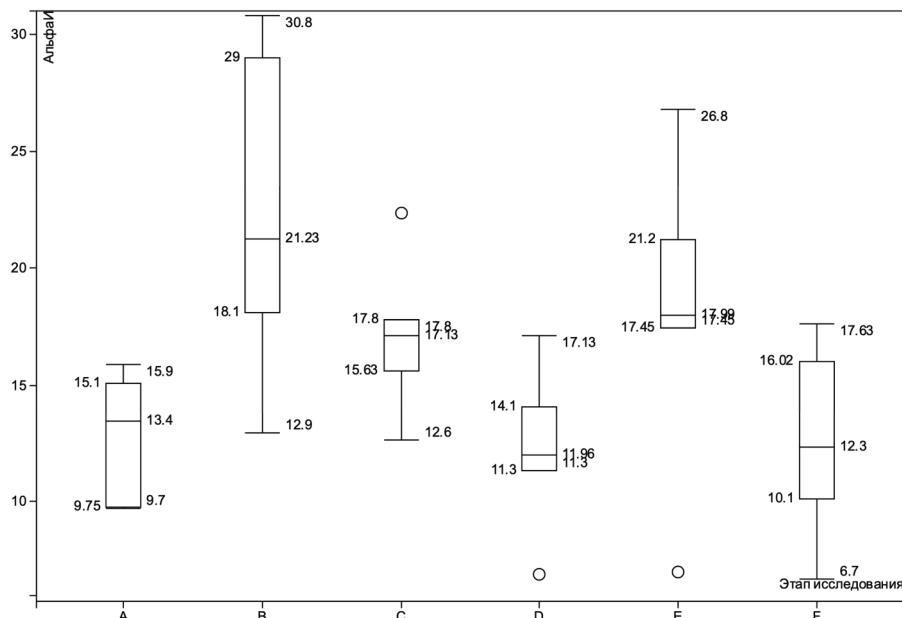


Рис. 6. Профиль реагирования по данным альфа-ритма у респондентов 2-й группы
Fig. 6. The response profile in the 2nd group of respondents according to the alpha rhythm data

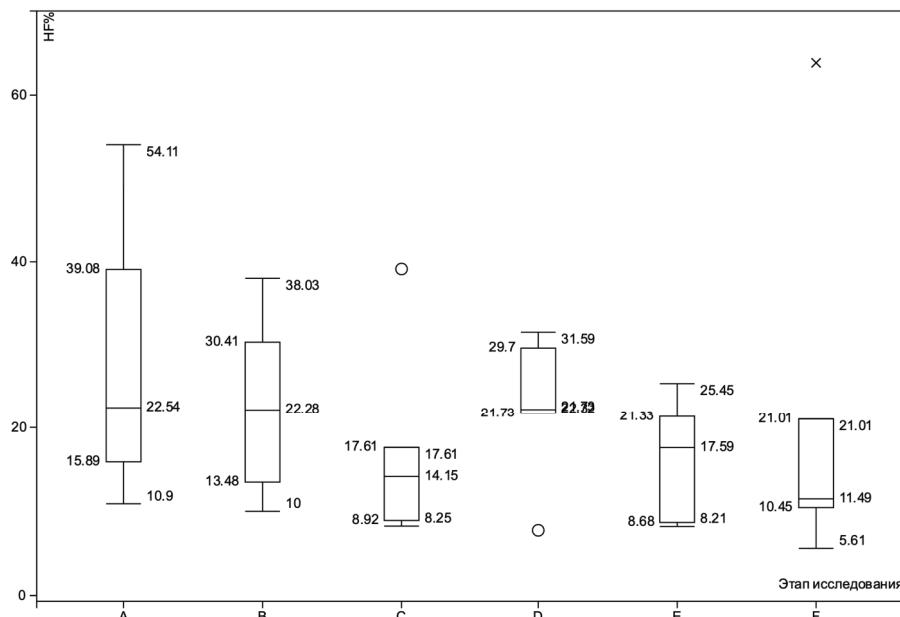


Рис. 7.. График средних значений HF% в зависимости от этапа психофизиологического тестирования у респондентов 2-й группы

Fig. 7. Graph of the average values of HF% depending on the stage of psychophysiological testing in the 2nd group of respondents

о наличии следового эффекта в виде энергодефицитного состояния вследствие активации надсегментарного уровня регуляции и эрготропного влияния на нижележащие уровни. В некоторых случаях регистрировалось парадоксальное повышение средних значений VLF% по их соотношению с другими спектральными компонентами, что говорило о преобладании нейрогуморальных механизмов регуляции в сердечно-сосудистой системе [7, 13]. По данным, опубликованным доктором Ф.Шаффером с соавторами, спектральная компонента очень низкочастотного диапазона характеризует метаболический обмен в организме респондентов [17, 18]. Для полного выяснения вопросов о процессах регуляции центральной и вегетативной нервной системы необходимо проведение новых исследований с использованием методов ЭЭГ и ВСР для последующего анализа влияния

различных функциональных психофизиологических проб на психологическое состояние военнослужащих.

К сожалению, используемый авторский протокол воспроизводим однократно. При его повторном проведении эффект ориентировочной реакции (ожидание повторения предшествующего аверсивного стимула) – не сформируется. Целесообразно разрабатывать и использовать протоколы психофизиологической диагностики с применением функциональных проб, которые при многократном проведении исключают эффект тренированности. Следует особо отметить, что при фоновой пробе с закрытыми глазами выявляется смещение спектральных значений ВСР у респондентов обеих групп.

Согласно результатам проведённого исследования, при разработке корректирующих методик оптимизации психофизиологического состояния в соответствии

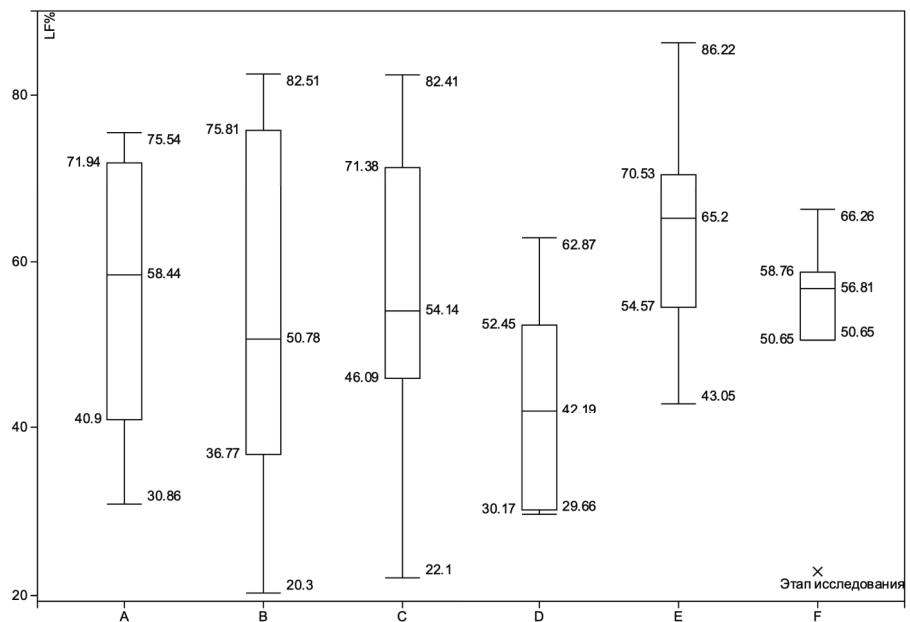


Рис. 8. График средних значений LF% в зависимости от этапа психофизиологического тестирования у респондентов 2-й группы

Fig. 8. Graph of the average values of LF% depending on the stage of psychophysiological testing in the 2nd group of respondents

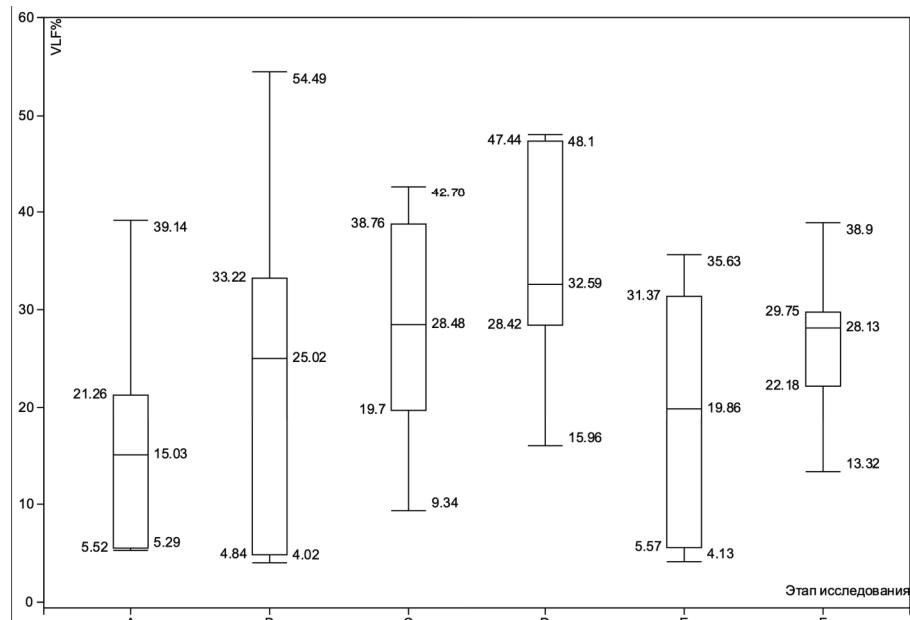


Рис. 9. График средних значений VLF% в зависимости от этапа психофизиологического тестирования у респондентов 2-й группы

Fig. 9. Graph of the average values of VLF% depending on the stage of psychophysiological testing in the 2nd group of respondents

с поставленной профессиональной задачей целесообразно применять коррекционные технологии, к которым более чувствительна центральная нервная система. К таким коррекционным технологиям относятся VR-очки и разработка индивидуальных методов психофизиологической коррекции [2, 15]. Следует также отметить, что у многих военнослужащих на субъективном уровне сформированы антистрессорные механизмы регуляции, которые необходимо учитывать как экспертный потенциал для внедрения эффективных методов саморегулирования профессиональной надёжности спецконтингентов.

Выводы

1. Военнослужащие с меньшим стажем службы демонстрируют более высокую психофизиологическую реактивность в ответ на стрессовую ситуацию, особенно

в фазе ожидания стимула, что указывает на недостаточную сформированность антистрессовых механизмов.

2. Данные ЭЭГ показывают, что у новобранцев наблюдается повышенная активность мозга в ожидании стресса, что требует дальнейших исследований для разработки эффективных методов саморегуляции.

3. Изменения в показателях ВСР указывают на ослабленный восстановительный потенциал у новобранцев, что требует дальнейшего изучения вопросов оптимизации их состояния.

4. Необходимо разрабатывать новые методики психофизиологической диагностики, исключающие эффект привыкания, а также использовать VR-очки и индивидуальные методы коррекции для оптимизации состояния военнослужащих.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Самойлов А.С., Никонов Р.В., Пустовойт В.И. Стресс в экстремальной профессиональной деятельности: Монография. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2022. 84 с.
2. Самойлов А.С., Пустовойт В.И. Боевой и служебный стресс: причины возникновения и способы преодоления. М.: ФГБУ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2023. 406 с.
3. Шамрай В.К. Психиатрия войн и катастроф. СПб.: СпецЛит, 2015. 431 с.
4. Назарян С.Е., Самойлов А.С., Федин А.Б., Орлова Н.З., Никольская А.В., Пустовойт В.И. Применение методов когнитивной психотерапии спортсменов в реабилитационный период // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2019. Т.149. №1. С. 58-61.
5. Пустовойт В.И. Скрининг диагностика психоэмоционального состояния спортсменов, экстремальных видов спорта, методом электроэнцефалографии // Современные вопросы биомедицины. 2022. Т.6. №1. С. 1-12. https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_01_12.
6. Соловьёв В.Ю., Цовьянов А.Г., Васильев Е.В., Пустовойт В.И. Концепция создания системы мониторинга состояния здоровья и управления риском персонала предприятий, курируемых Федеральным медико-биологическим агентством, и населения прилегающих территорий // Медицина катастроф. 2024. №1. С. 5-9. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-1-5-9>.
7. Пустовойт В.И., Ключников М.С., Никонов Р.В., Виноградов А.Н., Петрова М.С. Характеристика основных показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических и экстремальных видов спорта // Кремлевская медицина клинический вестник. 2021. №1. С. 26-30.
8. Пустовойт В.И., Самойлов А.С., Ключников М.С. Скрининг-диагностика функционального состояния спортсменов-дайверов с преобладанием автономного типа регуляции // Медицина экстремальных ситуаций. 2019. Т.21. №2. С. 320-9.
9. Самойлов А.С., Ключников М.С., Федин А.Б., Назарян С.Е., Пустовойт В.И. Медицинский скрининг в массовом спорте // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2019. Т.149. №1. С. 21-26.
10. Самойлов А.С., Никонов Р.В., Пустовойт В.И., Ключников М.С. Применение методики анализа вариабельности сердечного ритма для определения индивидуальной устойчивости к токсическому действию кислорода // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т.10. №3. С. 73-80. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.73>
11. Пустовойт В.И., Ключников М.С., Назарян С.Е., Ероин И.А., Самойлов А.С. Вариабельность сердечного ритма, как основной метод оценки функционального состояния организма спортсменов, принимающих участие в экстремальных видах спорта // Современные вопросы биомедицины. 2021. Т.5. №2. С. 2-4. https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_02_4.
12. Пустовойт В.И., Самойлов А.С., Назарян С.Е., Евсеев Р.А. Электроэнцефалографические особенности спектральных характеристик психоэмоционального состояния спортсменов, экстремальных видов спорта // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2020. Т.155. №1. С. 58-65.
13. Пустовойт В.И., Балакин Е.И., Максютов Н.Ф., Муртазин А.А., Самойлов А.С. Изменение функционального состояния спортсменов экстремальных видов спорта в ответ на экзогенный стресс // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т.22. №S2. С. 22-29. <https://doi.org/10.14529/hsm22s203>.
14. Пустовойт В.И., Ключников М.С., Самойлов А.С. Способ прогнозирования уровня психоэмоционального состояния спортсменов экстремальных видов спорта: Патент RU 2 779 991 C2. 37 с. Дата публикации 16 сентября 2021 г.
15. Пустовойт В.И., Назарян С.Е., Адоева Е.Я., Ключников М.С., Кириченко Н.А., Самойлов А.С. Пилотное исследование по оценке эффективности психокорректирующих методов с использованием ЭЭГ-тренинга и очков виртуальной реальности у спортсменов, участвующих в экстремальных видах спорта // Спортивная медицина наука и практика. 2021. Т.11. №2. С. 67-75. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.8>.
16. Электронный учебник по статистике: StatSoft. Электронный ресурс. <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (дата обращения: ноябрь 2021 г.).
17. Schfer A., Vagedes J. How Accurate is Pulse Rate Variability as an Estimate of Heart Rate Variability? A Review on Studies Comparing Photoplethysmographic Technology with an Electrocardiogram // Int J Cardiol. 2013 Jun 5; 166, No. 1. P. 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.03.119>.
18. Shaffer F., Meehan Z.M., Zerr C.L. A Critical Review of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Norms Research // Front Neurosci. 2020. No.14. P. 594880. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>.

Материал поступил в редакцию 21.10.24; статья принятая после рецензирования 30.10.24; статья принята к публикации 13.03.25
The material was received 21.10.24; the article after peer review procedure 30.10.24; the Editorial Board accepted the article for publication 13.03.25

REFERENCES

1. Samoylov A.S., Nikonov R.V., Pustovoyt V.I. Stress v Ekstremal'noy Professional'noy Deyatel'nosti = Stress in Extreme Professional Activity. Monograph. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyan Publ., 2022. 84 p. (In Russ.).
2. Samoylov A.S., Pustovoyt V.I. Boyevoy i Sluzhebnyy Stress: Prichiny Vozniknoveniya i Sposoby Preodoleniya = Combat and Service Stress: Causes and Ways to Overcome it. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyan Publ., 2023. 406 p. (In Russ.).
3. Shamrey V.K. Psichiatriya Voyn i Katastrof = Psychiatry of Wars and Disasters. St. Petersburg, SpetsLit Publ., 2015. 431 p. (In Russ.).
4. Nazaryan S.Ye., Samoylov A.S., Fedin A.B., Orlova N.Z., Nikol'skaya A.V., Pustovoyt V.I. Application of Cognitive Psychotherapy Methods for Psychological Support of Athletes during the Rehabilitation Period. Lechebnaya Fizkul'tura i Sportivnaya Meditsina = Exercise Therapy and Sports Medicine. 2019;149;1:58-61 (In Russ.).
5. Pustovoyt V.I. Screening of the Psychoemotional State of Extreme Sports Athletes with Electroencephalography. Sovremennyye Voprosy Biomeditsiny = Modern Issues of Biomedicine. 2022;6;1:1-12 (In Russ.). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_01_12.
6. Solov'yov V.Yu., Tsou'yanov A.G., Vasil'yev Ye.V., Pustovoyt V.I. The Concept of Creating a System for Monitoring the Health Status and Risk Management of Personnel of Enterprises Supervised by the Federal Biomedical Agency and the Population of Adjacent Territories. Meditsina Katastrof = Disaster Medicine. 2024;1:5-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-1-5-9>
7. Pustovoyt V.I., Klyuchnikov M.S., Nikonov R.V., Vinogradov A.N., Petrova M.S. Characteristics of the Main Indicators of Heart Rate Variability in Cyclical and Extreme Sports Athletes. Kremlevskaya Meditsina Klinicheskii Vestnik = Kremlin Medicine Journal. 2021;1:26-30 (In Russ.).
8. Pustovoyt V.I., Samoylov A.S., Klyuchnikov M.S. Screening Diagnostics of the Functional State of Sportsmen-Divers with a Predominance of Autonomic Type of Regulation. Meditsina Ekstremal'nykh Situatsiy = Medicine of Extreme Situations. 2019;21;2:320-9 (In Russ.).
9. Samoylov A.S., Klyuchnikov M.S., Fedin A.B., Nazaryan S.Ye., Pustovoyt V.I. Medial Skreening in Mass Sports. Lechebnaya Fizkul'tura i Sportivnaya Meditsina = Exercise Therapy and Sports Medicine. 2019;149;1:21-26 (In Russ.).
10. Samoylov A.S., Nikonov R.V., Pustovoyt V.I., Klyuchnikov M.S. Using Heart Rate Variability to Determine Individual Resistance to the Hyperbaric Oxygen Toxicity. Sportivnaya Meditsina: Nauka i Praktika = Sports Medicine: Research and Practice. 2020;10;3:73-80 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2020.3.73>.
11. Pustovoyt V.I., Klyuchnikov M.S., Nazaryan S.Ye., Yeroyan I.A., Samoylov A.S. Heart Rate Variability as the Main Method of Assessing the Functional State of Athletes Participating in Extreme Sports. Sovremennyye Voprosy Biomeditsiny = Modern Issues of Biomedicine. 2021;5:2-4 (In Russ.). https://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_02_4.
12. Pustovoyt V.I., Samoylov A.S., Nazaryan S.Ye., Yevseyev R.A. Electroencephalographic Features of Spectral Characteristics of the Psychoemotional State of Extreme Sports Athletes. Lechebnaya Fizkul'tura i Sportivnaya Meditsina = Exercise Therapy and Sports Medicine. 2020;155;1:58-65 (In Russ.).
13. Pustovoyt V.I., Balakin Ye.I., Maksyutov N.F., Murtazin A.A., Samoylov A.S. Change in the Functional Status of Extreme Athletes in Response to Adverse Environmental Conditions. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2022;22;S2:22-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm22s203>.
14. Pustovoyt V.I., Klyuchnikov M.S., Samoylov A.S. Sposob Prognozirovaniya Urovnnya Psikhoemotsional'nogo Sostoyaniya Sportsmenov Ekstremal'nykh Vidov Sporta = Method for Predicting the Level of Psycho-Emotional State of Extreme Sports Athletes. Patent RU 2 779 991 C2. Publication date: September 16, 2021. 37 p. (In Russ.).
15. Pustovoyt V.I., Nazaryan S.Ye., Adoyeva Ye.YA., Klyuchnikov M.S., Kirichenko N.A., Samoylov A.S. Pilot Study on the Evaluation of the Effectiveness of Psychocorrection Methods that Include EEG-Training and VR Headset in Athletes Involved in Extreme Kinds of Sports. Sportivnaya Meditsina Nauka i Praktika = Sports Medicine: Research and Practice. 2021;11;2:67-75 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.8>.
16. Electronic Textbook on Statistics. StatSoft. (In Russ.). URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (access date November, 2021).
17. Schafer A., Vagedes J. How Accurate is Pulse Rate Variability as an Estimate of Heart Rate Variability? A Review on Studies Comparing Photoplethysmographic Technology with an Electrocardiogram. Int J Cardiol. 2013 Jun 5; 166, No. 1. P. 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.03.119>.
18. Shaffer F., Meehan Z.M., Zerr C.L. A Critical Review of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Norms Research. Front Neurosci. 2020;14:594880. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>.