



Научная статья  
УДК 611.81  
DOI: 10.37482/2687-1491-Z264

## Нейродинамические и нейровегетативные особенности студентов с разным уровнем функционального состояния центральной нервной системы

Виктор Петрович Мальцев\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-6585>  
Алена Анатольевна Говорухина\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>  
Ольга Геннадьевна Литовченко\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

\*Сургутский государственный университет  
(Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия)

**Аннотация.** Изучение функционального состояния студентов важно для оценки адаптационного потенциала их организма в образовательном процессе. **Цель** работы – исследование особенностей нейродинамических характеристик и нейровегетативной регуляции у студентов северного региона с разным уровнем функционального состояния центральной нервной системы (ФС ЦНС). **Материалы и методы.** Обследованы 416 студентов гуманитарного профиля (341 девушка и 75 юношей), обучающихся в Сургутском государственном педагогическом университете. Средний возраст испытуемых составил  $19,4 \pm 1,4$  года. Общая выборка была дифференцирована на четыре группы по уровню ФС ЦНС: высокий ( $n = 118$ ), средний ( $n = 170$ ), незначительно сниженный ( $n = 65$ ) и сниженный ( $n = 63$ ). В каждой группе оценивались нейродинамические параметры в тестах «Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)», «Реакция выбора (РВ)» и «Помехоустойчивость (ПУ)» с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» (ООО «НейроСофт», Россия), а также временные и спектральные показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) в состоянии покоя с помощью электрокардиографа «ВНС-микро» (ООО «НейроСофт», Россия). **Результаты.** Преобладание лиц со средним и высоким уровнями ФС ЦНС (69,3 %) в выборке свидетельствует об относительно благоприятном функционировании ЦНС обследованных студентов. Установлено статистически значимое ( $p < 0,001$ ) увеличение времени реакции в тестах ПЗМР (на 26,5 %), РВ (на 13,7 %) и ПУ (на 11,0 %) в группе со сниженным уровнем ФС ЦНС. Анализ ВСР показал в данной группе уменьшение общей мощности спектра в 5 раз ( $p < 0,001$ ), увеличение индекса напряжения в 4,4 раза и амплитуды моды на 2/3 ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует об усилении центральных механизмов регуляции и смещении вегетативного баланса в сторону симпатической активности при снижении ФС ЦНС.

**Ключевые слова:** функциональное состояние ЦНС, сенсомоторные реакции, нейродинамика, вариабельность сердечного ритма, нейровегетативное регулирование, студенты вуза, адаптационный потенциал

---

© Мальцев В.П., Говорухина А.А., Литовченко О.Г., 2025

**Ответственный за переписку:** Виктор Петрович Мальцев, адрес: 628400, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Сургут, просп. Ленина, д. 1; e-mail: mal585@mail.ru

**Для цитирования:** Мальцев, В. П. Нейродинамические и нейровегетативные особенности студентов с разным уровнем функционального состояния центральной нервной системы / В. П. Мальцев, А. А. Говорухина, О. Г. Литовченко // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 4. – С. 432-441. – DOI 10.37482/2687-1491-Z264.

Original article

## Neurodynamic and Neuroautonomic Characteristics of Students with Different Levels of the Functional State of the Central Nervous System

Viktor P. Mal'tsev\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2453-6585>  
Alena A. Govorukhina\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7466-2918>  
O'lga G. Litovchenko\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-2590>

\*Surgut State University  
(Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia)

**Abstract.** Studying the functional state of students is important to assess their adaptive potential in the educational process. The **purpose** of this article was to examine the neurodynamic characteristics and neuroautonomic regulation in northern students with different levels of the functional state of the central nervous system (CNS). **Materials and methods.** The research involved 416 humanities students (341 female and 75 male), mean age  $19.4 \pm 1.4$  years, attending Surgut State Pedagogical University. The total sample was divided into four groups according to the level of the functional state of the CNS: high ( $n = 118$ ), medium ( $n = 170$ ), slightly reduced ( $n = 65$ ) and reduced ( $n = 63$ ) level. In each group, we evaluated the neurodynamic characteristics of simple visual-motor reaction (SVMR), choice reaction and interference immunity using NS-Psychotest system (Neurosoft, Russia) as well as temporal and spectral parameters of heart rate variability (HRV) at rest using VNS-Micro electrocardiograph (Neurosoft, Russia). **Results.** The prevalence of individuals with medium and high level of the functional state of the CNS (69.3 %) in the sample indicates a relatively favourable functioning of the CNS in the examined students. We identified a statistically significant ( $p < 0.001$ ) increase in reaction time in the SVMR (by 25.6 %), choice reaction (by 13.7 %) and interference immunity (by 11 %) tests in the group with reduced level of the functional state of the CNS. HRV analysis showed a five-fold drop ( $p < 0.001$ ) in the total power as well as an increase in the stress index by the factor of 4.4 and in the mode amplitude by 2/3 ( $p < 0.001$ ), which indicates a strengthening of the central mechanisms of regulation and a shift in the autonomic balance towards sympathetic activity with a decrease in the functional state of the CNS.

**Keywords:** *functional state of the CNS, sensorimotor reactions, neurodynamics, heart rate variability, neuroautonomic regulation, university students, adaptive potential*

**For citation:** Mal'tsev V.P., Govorukhina A.A., Litovchenko O.G. Neurodynamic and Neuroautonomic Characteristics of Students with Different Levels of the Functional State of the Central Nervous System. *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 4, pp. 432–441. DOI: 10.37482/2687-1491-Z264

---

**Corresponding author:** Viktor Mal'tsev, *address:* prosp. Lenina 1, Surgut, 628400, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia; *e-mail:* mal585@mail.ru

Сохранение и укрепление здоровья молодежи является одной из приоритетных задач современного общества, поскольку именно эта возрастная группа определяет трудовой и интеллектуальный потенциал государства [1]. Исследования констатируют, что интенсификация образовательного процесса, цифровизация обучения, увеличение информационных нагрузок создают повышенные требования к функциональному состоянию центральной нервной системы (ФС ЦНС) и механизмам вегетативной регуляции студентов [2, 3]. Показатели ФС ЦНС являются объективными маркерами умственной работоспособности и отражают способность к эффективному усвоению учебного материала [3–5]. Важную роль в оценке функционального состояния организма студентов играет анализ параметров variability сердечного ритма (ВСР), который позволяет объективно охарактеризовать работу механизмов регуляции физиологических функций. Параметры ВСР являются чувствительными индикаторами адаптационных процессов и могут служить прогностическими критериями успешности обучения [6]. Оптимальное функционирование когнитивной сферы наблюдается при сбалансированной активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, в то время как нарушение вегетативного баланса может приводить к снижению умственной работоспособности и развитию дезадаптационных состояний [7–9].

Особую актуальность приобретает оценка ФС ЦНС и вегетативного тонуса у студентов, обучающихся в гипокомфортных условиях северных регионов, где организм подвергается дополнительному воздействию климатических факторов, которые создают нагрузку на механизмы нейрофизиологической и нейровегетативной регуляции, что может приводить к снижению адаптационных возможностей и, как

следствие, ухудшению академической успеваемости [10–11].

Цель исследования – изучить особенности нейродинамических характеристик и нейровегетативной регуляции у студентов северного региона с разным уровнем ФС ЦНС.

**Материалы и методы.** В период с февраля по апрель 2023 года было проведено обследование 416 студентов I–IV курсов (341 девушка и 75 юношей) гуманитарного профиля обучения Сургутского государственного педагогического университета (СурГПУ). Средний возраст испытуемых составил  $19,4 \pm 1,4$  года. Все участники эксперимента имели 1–2-ю группу здоровья и являлись представителями некоренных национальностей, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (территория, приравненная к условиям Крайнего Севера) более 10 лет. У девушек исследования проводились в постменструальную фазу овариально-менструального цикла, чтобы минимизировать влияние гормональных колебаний на результаты.

Общая выборка была разделена на группы по уровню функциональных возможностей (УФВ) – показателю вариационной хронорефлексометрии, который является интегральным вероятностно-статистическим параметром распределения латентных периодов простой зрительно-моторной реакции. Данный статистический критерий отражает общий адаптационный потенциал ЦНС и позволяет оценить способность индивида формировать адекватную заданию функциональную систему и длительно поддерживать ее устойчивость<sup>1</sup>. На основе УФВ у обследованных студентов выделены четыре уровня ФС ЦНС со следующим распределением: высокий ( $n = 118$ ), средний ( $n = 170$ ), незначительно сниженный ( $n = 65$ ) и сниженный ( $n = 63$ ) (в последнюю группу включены 7 лиц с существенно сниженным уровнем ФС ЦНС, без признаков патологии).

<sup>1</sup>Хазова И.В., Шошмин А.В., Девятова О.Ф. Полифункциональное психофизиологическое тестирование в оценке функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья: метод. указания. СПб.: СПб НЦЭП им. Г.А. Альбрехта ФМБА России, 2011. 63 с.

Нейродинамические параметры оценивались с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» (ООО «НейроСофт», Россия). Оценка латентных периодов сенсомоторных реакций выполнялась по следующим методикам: «Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)»; «Реакция выбора (РВ)»; «Помехоустойчивость (ПУ)». Дополнительно регистрировались среднеквадратичные отклонения (СКО) показателей, отражающие стабильность сенсомоторного реагирования.

Оценка вариабельности сердечного ритма (BCP) проведена с помощью электрокардиографа «ВНС-микро» (ООО «НейроСофт», Россия). Запись реализована в стандартизованных условиях в положении лежа (5 мин), при спокойном дыхании. Анализировались временные (RRNN – средняя продолжительность RR-интервалов, мс; SDNN – среднеквадратичное отклонение последовательных RR-интервалов, мс; RMSSD – стандартное отклонение разности последовательных RR-интервалов, мс;  $A_{Mo}$  – амплитуда моды, %; SI – индекс напряжения, у. е.) и спектральные (TP – общая мощность спектра, мс<sup>2</sup>; HF<sub>отн</sub>, LF<sub>отн</sub>, VLF<sub>отн</sub> – относительные мощности в высокочастотном (0,16–0,4 Гц), низкочастотном (0,05–0,15 Гц) и очень низкочастотном (<0,05 Гц) диапазонах соответственно, %; LF/HF – индекс симпато-парасимпатического баланса, у. е.) показатели BCP.

Статистический анализ данных осуществлялся с использованием программы Statistica v. 7.0 (StatSoft, США) и включал описательную статистику (медиана и интерквартильный размах –  $Me [Q_1; Q_3]$ ), проверку нормальности распределения (тест Колмогорова–Смирнова), попарное сравнение групп с использованием непараметрического *U*-критерия Манна–Уитни. Критический уровень значимости –  $p < 0,05$ , с учетом множественных сравнений применялась поправка Бонферрони ( $p < 0,008$ ).

Все проводимые процедуры соответствовали принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (редакция 2013 года). Все испытуемые дали письменное

информированное согласие на участие в исследовании. Дизайн эксперимента одобрен этическим комитетом медико-биологических исследований при Сургутском государственном университете (протокол № 26 от 29.09.2021).

**Результаты.** Медианные показатели сенсомоторных реакций студентов с разным уровнем ФС ЦНС, полученные в ходе исследования, представлены в *табл. 1* (см. с. 436).

Время ПЗМР у обследуемых продемонстрировало прогрессивное увеличение на 26,5 % (при  $p < 0,001$ ) по мере снижения ФС ЦНС. Медианные значения времени ПЗМР для высокого и среднего уровнями ФС ЦНС (214,2 и 228,8 мс соответственно) находились в пределах возрастного-половой нормы, в то время как групповые показатели лиц с незначительно сниженным и сниженным уровнями ФС ЦНС говорили об умеренно замедленном реагировании (250,7 и 270,9 мс соответственно).

Показатели РВ, отражающие подвижность нервных процессов и эффективность дифференцировочного торможения, демонстрировали особую динамику. Медианные значения времени РВ в группах с высоким и средним уровнями ФС ЦНС были практически идентичны (341,7 и 342,5 мс соответственно), что может свидетельствовать о схожей эффективности процессов обработки информации при выборе альтернативных сенсорных стимулов. Однако в группе со сниженным уровнем ФС ЦНС наблюдалось статистически значимое увеличение времени реакции на 13,7 % (до 389,5 мс) по сравнению со студентами с высоким уровнем ФС ЦНС.

Медианное время реакции в тесте ПУ как интегральный показатель эффективности функционирования мозга в условиях помех характеризовалось последовательным увеличением в среднем на 11 % – от 350,8 мс в группе с высоким уровнем до 389,2 мс в группе со сниженным уровнем ФС ЦНС.

Параллельно наблюдалось увеличение СКО времени реакции всех диагностируемых типов сенсомоторных реакций от группы с высоким к группе с низким уровнем ФС ЦНС, что указывает на нарастающую нестабильность

Таблица 1

Нейродинамические показатели у студентов СурГПУ с разным уровнем ФС ЦНС,  $Me [Q_1; Q_3]$   
Neurodynamic parameters in students of Surgut State Pedagogical University  
with different levels of the functional state of the CNS,  $Me [Q_1; Q_3]$

Показатель	Высокий уровень ( $n = 118$ ) (1)	Средний уровень ( $n = 170$ ) (2)	Незначительно сниженный уровень ( $n = 65$ ) (3)	Сниженный уровень ( $n = 63$ ) (4)	Значимость различий
<i>Методика «Простая зрительно-моторная реакция»</i>					
Время реакции, мс	214,2 [202,2; 233,3]	228,8 [214,6; 245,3]	250,7 [236,1; 266,3]	270,9 [248,9; 295,8]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
СКО времени реакции, мс	49,7 [38,5; 62,2]	55,8 [45,6; 67,7]	66,2 [55,8; 85,5]	76,5 [64,3; 100,4]	$p_{1-2} = 0,013$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,017$
<i>Методика «Реакция выбора»</i>					
Время реакции, мс	341,8 [318,2; 368,9]	342,5 [321,7; 377,0]	348,4 [331,0; 375,1]	389,5 [352,1; 417,4]	$p_{1-2} = 0,561$ $p_{2-3} = 0,073$ $p_{1-3} = 0,037$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
СКО времени реакции, мс	81,6 [69,8; 99,9]	85,4 [71,7; 103,5]	83,3 [72,3; 96,2]	90,4 [80,8; 116,9]	$p_{1-2} = 0,554$ $p_{2-3} = 0,538$ $p_{1-3} = 0,947$ $p_{2-4} = 0,011$ $p_{1-4} = 0,006$ $p_{3-4} < 0,001$
<i>Методика «Помехоустойчивость»</i>					
Время реакции, мс	350,9 [324,7; 373,0]	359,1 [338,4; 382,2]	378,1 [350,7; 402,6]	389,2 [371,0; 420,2]	$p_{1-2} = 0,012$ $p_{2-3} = 0,002$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,032$
СКО времени реакции, мс	73,7 [58,8; 90,5]	72,9 [60,3; 91,6]	77,9 [61,5; 93,2]	88,2 [67,7; 119,1]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,007$ $p_{1-3} = 0,017$ $p_{2-4} = 0,032$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,050$

Примечание. Здесь и далее полужирным начертанием выделены статистически значимые различия.

процессов сенсомоторной интеграции при снижении ФС мозга. Наибольшее изменение в группах от высокого до сниженного уровней ФС ЦНС отмечено в СКО времени реакции в тесте ПЗМР (53,9 %), а наименьшее – в СКО времени реакции в тесте РВ (10,8 %). При этом вариативность медианных значений време-

ни реакции и СКО времени реакции в тестах ПЗМР, РВ и ПУ у всех групп соответствовали возрастно-половым нормам.

Оценка параметров ВСР обследованных студентов в состоянии покоя позволила охарактеризовать особенности нейровегетативной регуляции у лиц с разным уровнем ФС ЦНС (табл. 2).

Таблица 2

**Временные и спектральные показатели ВСР студентов СурГПУ с разным уровнем ФС ЦНС,  $Me [Q_1; Q_3]$**   
**Temporal and spectral parameters of heart rate variability in students of Surgut State Pedagogical University**  
**with different levels of the functional state of the CNS,  $Me [Q_1; Q_3]$**

Показатель	Высокий уровень ( $n = 118$ ) (1)	Средний уровень ( $n = 170$ ) (2)	Незначительно сниженный уровень ( $n = 65$ ) (3)	Сниженный уровень ( $n = 63$ ) (4)	Значимость различий
<i>Временной анализ</i>					
RRNN, мс	838,5 [754,0; 899,0]	813,0 [731,0; 886,0]	809,0 [740,0; 932,0]	801,0 [744,0; 883,0]	$p_{1-2} = 0,125$ $p_{2-3} = 0,503$ $p_{1-3} = 0,653$ $p_{2-4} = 0,860$ $p_{1-4} = 0,219$ $p_{3-4} = 0,564$
SDNN, мс	54,0 [43,0; 75,0]	54,0 [38,0; 73,0]	58,0 [41,0; 77,0]	60,0 [41,0; 77,0]	$p_{1-2} = 0,646$ $p_{2-3} = 0,380$ $p_{1-3} = 0,669$ $p_{2-4} = 0,428$ $p_{1-4} = 0,626$ $p_{3-4} = 0,985$
RMSSD, мс	50,0 [33,0; 75,0]	50,5 [33,0; 79,0]	52,0 [32,0; 88,0]	57,0 [35,0; 87,0]	$p_{1-2} = 0,671$ $p_{2-3} = 0,721$ $p_{1-3} = 0,495$ $p_{2-4} = 0,577$ $p_{1-4} = 0,378$ $p_{3-4} = 0,840$
$A_{Mo}, \%$	27,3 [21,5; 33,5]	34,8 [30,5; 40,4]	48,2 [44,2; 54,8]	48,3 [43,1; 55,1]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,971$
SI, у. е.	32,7 [21,8; 63,3]	62,6 [44,8; 88,5]	154,8 [127,1; 202,4]	143,6 [124,9; 191,9]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,625$



Окончание табл. 2

Показатель	Высокий уровень (n = 118) (1)	Средний уровень (n = 170) (2)	Незначительно сниженный уровень (n = 65) (3)	Сниженный уровень (n = 63) (4)	Значимость различий
<i>Спектральный анализ</i>					
TP, мс <sup>2</sup>	5806,0 [3567,0; 9417,0]	3355,0 [2291,0; 4510,0]	1285,0 [1091,0; 1713,0]	1365,0 [1057,0; 1851,0]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,890$
HF <sub>отн</sub> , %	44,8 [33,8; 54,4]	39,4 [26,5; 52,6]	28,3 [19,6; 33,9]	30,6 [16,6; 40,8]	$p_{1-2} = 0,010$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,475$
LF <sub>отн</sub> , %	24,1 [18,6; 30,2]	27,9 [21,6; 37,2]	29,7 [23,3; 35,9]	28,2 [21,1; 38,5]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,425$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} = 0,976$ $p_{1-4} = 0,010$ $p_{3-4} = 0,517$
VLF <sub>отн</sub> , %	26,3 [18,9; 38,8]	29,8 [19,7; 39,9]	39,5 [32,2; 48,9]	36,9 [30,3; 53,2]	$p_{1-2} = 0,228$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} < 0,001$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,644$
LF/HF, у. е.	0,6 [0,4; 0,8]	0,7 [0,4; 1,3]	1,1 [0,8; 1,8]	1,0 [0,6; 1,9]	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-4} = 0,012$ $p_{1-4} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,292$

RRNN демонстрировала тенденцию к уменьшению от группы с высоким уровнем ФС ЦНС (838,5 мс) к группе со сниженным (801,0 мс). SDNN и RMSSD отражали парадоксальную тенденцию к незначительному увеличению медианных значений при снижении ФС ЦНС: SDNN – на 11 % (от 54,0 до 60,0 мс), RMSSD – на 14 % (от 50,0 до 57,0 мс), оставаясь при этом в пределах физиологической нормы. Наиболее

выраженные различия обнаружены в показателях, характеризующих симпатическую активность и напряжение регуляторных систем:  $A_{M_0}$  значительно возрастала (в среднем на 2/3) – от 27,3 % в группе с высоким уровнем ФС ЦНС до 48,3 % в группе со сниженным уровнем. SI демонстрировал выраженное увеличение (в 4,4 раза – от 32,7 до 143,6 у. е.) при снижении уровня ФС ЦНС.

Спектральный анализ ВСР выявил существенные различия в структуре спектральной мощности. ТР статистически значимо уменьшилась (примерно в 5 раз) от 5806,0 мс<sup>2</sup> в группе с высоким уровнем ФС ЦНС до 1365,0 мс<sup>2</sup> в группе со сниженным уровнем. В структуре спектра ВСР наблюдалось перераспределение компонентов: HF<sub>отн</sub> уменьшилась от 44,8 % (высокий уровень ФС ЦНС) до 30,6 % (сниженный уровень); LF<sub>отн</sub> демонстрировала умеренное увеличение от 24,1 до 28,2 % соответственно; наиболее выраженные изменения произошли в VLF<sub>отн</sub> – она возросла примерно на 40 % при сниженном уровне ФС ЦНС по сравнению с высоким. LF/HF продемонстрировал прогрессивное увеличение от 0,56 у. е. в группе с высоким уровнем до 1,0 у. е. в группе со сниженным уровнем ФС ЦНС, отражая смещение вегетативного баланса в пределах нормативного коридора в сторону симпатических влияний.

**Обсуждение.** ФС ЦНС играет существенную роль в формировании адаптивных психических и физиологических реакций, а также в определении готовности студентов к учебной деятельности [3, 5, 12, 13]. Преобладание в выборке лиц со средним и высоким уровнями ФС ЦНС (в сумме 69,3 %) свидетельствует об адекватном функционировании ЦНС у большинства обследованных студентов, что может рассматриваться как благоприятный прогностический признак успешной реализации когнитивной деятельности. Полученные нами результаты подтверждаются работами других авторов [5, 12], которые показали, что среди студентов преобладают лица с высоким и средним уровнями ФС ЦНС. Снижение ФС ЦНС отражает уменьшение общей активности нервной системы, что проявляется в увеличении времени прохождения нервных импульсов по элементам рефлекторной дуги. Это может быть связано с истощением энергетических ресурсов нейронов, дисбалансом нейромедиаторных систем и нарушением регуляторных процессов [14]. Выявленное нами у студентов северного вуза прогрессивное увеличение времени ПЗМР на 26,5 % при снижении ФС ЦНС свидетельствует о замедлении процессов возбуждения в сенсорных и моторных зонах коры головного мозга. При этом

эффективность РВ сокращается только при существенном ухудшении ФС (увеличение времени на 13,7 %), что указывает на относительную устойчивость когнитивных процессов к умеренным изменениям в ЦНС.

Отмеченное дифференцированное влияние ФС ЦНС обследованных студентов на сложные сенсомоторные реакции с сохранением эффективности при умеренном снижении ФС ЦНС может быть связано с вовлечением дополнительных нейронных сетей и компенсаторных механизмов. Реализация данных механизмов деятельности нервных центров головного мозга обеспечивает перераспределение ресурсов и активацию альтернативных путей обработки информации для поддержания производительности при выполнении сложных задач [14]. Аналогичные результаты представлены в работе [5], где описаны различные механизмы формирования функциональной системы ЦНС у лиц с разным уровнем подвижности и точности реакций. В частности, у студентов с выраженной инертностью нервных процессов наблюдалось разворачивание реакций мобилизации, тогда как у лиц с высокой подвижностью нервных процессов и высокой точностью реакций активация была обусловлена реакцией готовности к сенсомоторной деятельности. Зафиксированное нами увеличение вариативности сенсомоторных реакций, особенно ПЗМР (на 53,9 %), при снижении ФС ЦНС подтверждает положение о нестабильности нейродинамических процессов как маркера снижения функциональных резервов ЦНС [8].

В проведенном исследовании установлено влияние уровня ФС ЦНС на параметры ВСР. Прогрессивное статистически значимое уменьшение ТР в 5 раз от высокого к снижению уровню ФС ЦНС согласуется с данными [10, 12, 13], свидетельствующими о снижении ВСР с уменьшением адаптационного потенциала ЦНС. Значительное увеличение SI (в 4,4 раза) и  $A_{Mo}$  (на 2/3) говорит об усилении централизации управления сердечным ритмом.

Перераспределение спектральных компонентов ВСР с незначительным снижением высокочастотного компонента и увеличением доли



VLF-колебаний на 40 % при ухудшении ФС ЦНС у обследованных студентов также указывает на активацию надсегментарных эрготропных и метаболических механизмов регуляции сердечного ритма. Смещение LF/HF в сторону симпатических влияний, в пределах нормативного диапазона, может рассматриваться как адаптивная реакция, направленная на мобилизацию функциональных резервов организма, что подтверждается работами [6–7].

Комплексное исследование нейродинамических характеристик и показателей ВСР позволяет получить целостное представление о функциональном состоянии организмов студентов и их адаптационных возможностях. Такой интегративный подход особенно важен для понимания механизмов взаимосвязи центральной и вегетативной нервной систем в обеспечении оптимальной работоспособности в условиях интенсивных учебных нагрузок.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

### Список литературы

1. Аминова О.С., Тятенкова Н.Н., Соколова С.Б. Проблема сохранения и укрепления здоровья студенческой молодежи (научный обзор) // Вопр. школ. и унив. медицины и здоровья. 2023. № 1. С. 9–15.
2. Тарасов А.В., Рахманов Р.С., Богомолва Е.С., Скоблина Н.А., Иевлева О.В. Современные факторы, определяющие состояние здоровья студенческой молодежи // Рос. вестн. гигиены. 2022. № 1. С. 4–9. <https://doi.org/10.24075/rbh.2022.034>
3. Литвинова Н.А., Иванов В.И., Березина М.Г., Глебов В.В. Оценка психофизиологического потенциала в процессе адаптации к учебной деятельности // Психология. Психофизиология. 2021. Т. 14, № 2. С. 108–122.
4. Марчук С.А. Исследование психофизиологических показателей студентов в разные периоды учебной деятельности // Науч.-метод. электрон. журн. «Концепт». 2025. № 2. С. 307–313. <https://doi.org/10.24412/2304-120X-2025-12004>
5. Байгузжин П.А., Шибкова Д.З. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации // Человек. Спорт. Медицина. 2017. Т. 17, № 5. С. 32–42. <https://doi.org/10.14529/hsm17s04>
6. Безбородова А.П., Рыжов А.В., Чаткин В.В., Шутков М.В., Дмитриева О.А., Власова Т.И. Особенности вегетативной регуляции вариабельности ритма сердца у молодых лиц при профилактике сердечно-сосудистой патологии // Профилактик. медицина. 2024. Т. 27, № 8. С. 76–81. <https://doi.org/10.17116/profmed20242708176>
7. Трифонов В.В., Каранкевич А.И. Особенности проявления умственной работоспособности у лиц с ваготоническим и симпатикотоническим вариантом исходного вегетативного тонуса в условиях стресса // Соврем. вопр. биомедицины. 2025. Т. 9, № 1(31). Ст. № 17. [https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025\\_09\\_01\\_17](https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_01_17)
8. Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г. Индивидуально-типологический подход в анализе функционального состояния организма студентов-медиков // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2024. Т. 23, № 2. С. 6–18. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-3800>
9. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review // Front. Neurosci. 2019. № 13. Art. № 710. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>
10. Еремеев С.И., Еремеева О.В., Кормилец В.С., Кормилец А.Ю. Вариабельность ритма сердца у здоровых женщин и мужчин 18–27 лет, проживающих в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Экология человека. 2021. № 8. С. 12–20. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-8-12-20>
11. Никулина А.В., Козлов В.А., Шуканов А.А. Изменчивость вариабельности сердечного ритма как отражение реализации физиологических механизмов адаптации организма // Человек. Спорт. Медицина. 2017. Т. 17, № 4. С. 14–20. <https://doi.org/10.14529/hsm170402>
12. Николаева Е.Н., Колосова О.Н. Физиологическая оценка состояния центральной нервной системы студентов в период учебной деятельности // Наука и образование. 2017. № 3(87). С. 96–100.
13. Спицин А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной системы // Человек и его здоровье. 2017. № 3. С. 113–117. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2017-3/19>

14. Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Яковлева К.Н., Аксенова А.В. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы // Ульянов. мед.-биол. журн. 2019. № 3. С. 38–51. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>

## References

1. Aminova O.S., Tyatenkova N.N., Sokolova S.B. Problema sokhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya studencheskoy molodezhi (nauchnyy obzor) [The Problem of Preserving and Strengthening the Health of Students (Scientific Review)]. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*, 2023, no. 1, pp. 9–15.
2. Tarasov A.V., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Skoblina N.A., Ievleva O.V. Modern Factors Determining the Status of Students' Health. *Russ. Bull. Hyg.*, 2022, no. 1, pp. 4–9. <https://doi.org/10.24075/rbh.2022.034>
3. Litvinova N.A., Ivanov V.I., Berezina M.G., Glebov V.V. Assessment of Psychophysiological Potential Under Adaptation to Educational Activity. *Psychol. Psychophysiol.*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 108–122 (in Russ.).
4. Marchuk S.A. Issledovanie psikhofiziologicheskikh pokazateley studentov v raznye periody uchebnoy deyatel'nosti [Study of Psychophysiological Indicators of Students in Different Periods of Learning Activity]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Kontsept"*, 2025, no. 2, pp. 307–313. <https://doi.org/10.24412/2304-120X-2025-12004>
5. Baiguzhin P.A., Shibkova D.Z. Functional Condition of the Central Nervous System Under the Influence of Weakly Structured Information. *Hum. Sport Med.*, 2017, vol. 17, no. S, pp. 32–42 (in Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm17s04>
6. Bezborodova A.P., Ryzhov A.V., Chatkin V.V., Shutov M.V., Dmitrieva O.A., Vlasova T.I. Features of Autonomic Regulation of Heart Rate Variability in Young People at the Cardiovascular Pathology Prevention. *Russ. J. Prev. Med.*, 2024, vol. 27, no. 8, pp. 76–81 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20242708176>
7. Trifonov V.V., Karankevich A.I. Features of Mental Performance in Individuals with Vagotonic and Sympathetic Tonic Variant of the Initial Vegetative Tone Under Stress. *Mod. Iss. Biomed.*, 2025, vol. 9, no. 1. Art. no. 17 (in Russ.). [https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025\\_09\\_01\\_17](https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_01_17)
8. Setko N.P., Zhdanova O.M., Setko A.G. Individual Typological Approach to the Analysis of the Body Function of Medical Students. *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2024, vol. 23, no. 2, pp. 6–18 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-3800>
9. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Front. Neurosci.*, 2019, no. 13. Art. no. 710. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>
10. Ereemeev S.I., Ereemeeva O.V., Kormilets V.S., Kormilets A.Yu. Heart Rate Variability in Healthy 18–27 Years-Old Women and Men in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra. *Hum. Ecol.*, 2021, no. 8, pp. 12–20 (in Russ.). <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-8-12-20>
11. Nikulina A.V., Kozlov V.A., Shukanov A.A. Changes in Heart Rate Variability as a Reflection of Implemented Physiological Mechanisms of Adaptation. *Hum. Sport Med.*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 14–20 (in Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm170402>
12. Nikolaeva E.N., Kolosova O.N. Fiziologicheskaya otsenka sostoyaniya tsentral'noy nervnoy sistemy studentov v period uchebnoy deyatel'nosti [Physiological Estimation of the State of the Central Nervous System of Students in the Period of Educational Activity]. *Nauka i obrazovanie*, 2017, no. 3, pp. 96–100.
13. Spitsin A.P. Osobennosti struktury serdechnogo ritma u lits mladogo vozrasta v zavisimosti ot dominiruyushchego tipa vegetativnoy nervnoy sistemy [Peculiarities of Heart Rate Structure in Young Persons Depending on the Dominant Type of the Vegetative Nervous System]. *Chelovek i ego zdorov'e*, 2017, no. 3, pp. 113–117. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2017-3/19>
14. Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Yakovleva K.N., Aksenova A.V. Zritel'no-motornye reaktsii kak indikator funktsional'nogo sostoyaniya tsentral'noy nervnoy sistemy [Visual-Motor Reactions as an Indicator of CNS Functional State]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*, 2019, no. 3, pp. 38–51. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-3-38-51>

Поступила в редакцию 17.04.2025 / Одобрена после рецензирования 23.06.2025 / Принята к публикации 25.06.2025.  
Submitted 17 April 2025 / Approved after reviewing 23 June 2025 / Accepted for publication 25 June 2025.