

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ ВУЗА РАЗНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

И.Ю. Анфилатов, laborstring@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8603-8672>

Н.С. Туманова, tumanova.ns@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5801-446X>

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

Аннотация. Цель: изучить состояние вегетативной нервной системы при помощи метода вариабельности сердечного ритма, вычислить тип вегетативной регуляции у добровольцев. **Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 42 студента мужского пола в возрасте от 19 до 24 лет. Основываясь на анкетировании, добровольцы были поделены на 2 группы: студенты-спортсмены и студенты, не занимающиеся профессиональным спортом. Вариабельность сердечного ритма была проведена с использованием компьютерного комплекса «ВНС-Спектр». Тип вегетативной регуляции определялся по классификации Н.И. Шлык. **Результаты и обсуждение.** В ходе сравнительного анализа большее статистическое различие между группами было выявлено при геометрическом анализе данных вариабельности сердечного ритма. Согласно классификации типов вегетативной регуляции среди студентов-спортсменов был выявлен доброволец в состоянии перетренированности. **Заключение.** При правильном подходе и сотрудничестве с разработчиками электронных гаджетов возможно создание мобильных мониторинговых систем, позволяющих решить проблему недостаточного слежения за состоянием здоровья спортсменов.

Ключевые слова: спорт, студенты, вариабельность сердечного ритма, типы вегетативной регуляции

Для цитирования: Анфилатов И.Ю., Туманова Н.С. Вариабельность сердечного ритма студентов вуза разной физической подготовленности // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № 1. С. 37–43. DOI: 10.14529/hsm230105

Original article
DOI: 10.14529/hsm230105

HEART RATE VARIABILITY IN UNIVERSITY STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL FITNESS

I.Yu. Anfilatov, laborstring@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8603-8672>

N.S. Tumanova, tumanova.ns@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5801-446X>

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to identify the status of the autonomic nervous system using the heart rate variability method; to identify the type of autonomic regulation in volunteers. **Materials and methods.** Forty-two male students, ages 19–24, provided their voluntary consent for participation in the study. Study participants were divided into two groups based on survey results: professional athletes and university students, who formed the target and control groups, respectively. Heart rate variability was measured with the VNS-Spectrum computer complex. The types of autonomic regulation were determined according to the classification of N. Shlyk. **Results.** Comparative analysis demonstrated that a greater statistical intergroup difference was associated with the geometric analysis of heart rate variability. One athlete was considered overtrained according to the classification of regulation types. **Conclusion.** The right approach and cooperation with the developers of electronic gadgets allow for creating mobile monitoring systems and solving the problem of insufficient health monitoring in modern sport.

Keywords: sport, students, heart rate variability, autonomic regulation

For citation: Anfilatov I.Yu., Tumanova N.S. Heart rate variability in university students with different levels of physical fitness. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(1):37–43. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm230105

Введение. В современной спортивной сфере многие научные исследования направлены на накопление различных информационных баз и решение вопросов, встречающихся в данном направлении. На их основе для спортсменов разрабатываются индивидуальные программы тренировок, нацеленные на реализацию максимального физического потенциала. При составлении таких программ необходимо учитывать не только антропометрические, но и психофизиологические характеристики спортсмена, так как тип вегетативной регуляции может влиять на способность преодолевать различную нагрузку [1].

Для отслеживания динамики анатомических и физиологических показателей проводятся регулярные медицинские обследования, спектр и частота которых влияет на качество и развернутость результатов. Однако спортсменам сложно выделить достаточно времени для частых обследований. В качестве возможного решения данной проблемы можно использовать системы мониторинга, встроенные в электронные гаджеты, носимые пользователями. В качестве примера такой системы может послужить приложение, отслеживающее уровень стресса у пользователей фитнес-браслетов или умных часов, которое работает за счет встроенного оптического пульсометра и программы, вычисляющей показатели variability сердечного ритма через математическую обработку записи кардиограммы [9].

Целью данного исследования является исследование состояния вегетативной нервной системы у студентов, занимающихся и не занимающихся профессиональным спортом, с использованием variability сердечного ритма, а также проведение классификации типов вегетативной регуляции добровольцев.

Материалы и методы. В данном открытом рандомизированном исследовании с их добровольного согласия приняли участие практически здоровые лица мужского пола в возрасте от 19 до 24 лет, обучающиеся в высшем учебном учреждении. На основе результатов добровольцы были поделены на две группы:

1. Целевая группа – студенты-спортсмены, занимающиеся профессиональным спортом в период проведения научного исследования, имеющие спортивный стаж не менее 3 лет. В данную группу вошло 22 человека, средний возраст которой составил 20 лет.
2. Контрольная группа – студенты, не занимающиеся профессиональным спортом

на момент исследования или не имеющие спортивный стаж более 3 лет. В данную группу вошло 20 человек, средний возраст которых составил 20 лет.

Согласно условиям проводимого исследования, в нем не могли принять участие студенты с наличием острого или хронического заболевания в состоянии обострения, неврологических или психических заболеваний, пороков сердца или заболеваний, приводящих к нарушению ритма сердца.

ВРС-исследование проводилось согласно общепринятым медицинским стандартам с использованием компьютерного комплекса «ВНС-Спектр». В рамках данного исследования было решено производить ВРС-метод на электрокардиограмме продолжительностью 10 минут с применением активной ортостатической пробы (5 минут лежа и 5 минут стоя).

Распределение добровольцев по состоянию вегетативной регуляции проводилось при помощи метода распределения по Н.И. Шлык, подробно описанного в её работах [4, 5].

Статистическое сравнение независимых выборок производилось с использованием непараметрического U-критерия Манна – Уитни в связи с небольшим объемом данных.

Исследование проводилось на базе департамента медицинской биохимии и биофизики Школы биомедицины ДВФУ.

Легитимность проведения исследования подтверждена решением комитета по биомедицинской этике ДВФУ (выписка из протокола № 4 от 16.04.2021 г.).

Результаты и обсуждение. При сравнительном анализе показателей ритмограммы и спектрограммы variability сердечного ритма не было выявлено статистически значимых различий между исследуемыми группами (табл. 1, 2). Вполне вероятно, это может быть связано с недостаточной для получения статистических различий исследуемой базой.

У целевой группы наблюдался более высокий уровень общей мощности вегетативной нервной системы и ее компонентов в сравнении с контрольной группой ($p > 0,05$). Это связано с адаптацией нервной системы, направленной на более эффективное преодоление регулярных физических и эмоциональных нагрузок через перестройку функционирования вегетативной системы. Данная трансформация характеризуется увеличением общей мощности вегетативных влияний, а также ее компонентов (симпатической, парасимпатической и нейрогуморальных отделов).

Таблица 1
Table 1

**Результаты исследования ритмограммы variability сердечного ритма
у студентов-спортсменов и обычных студентов (n = 42)
Heart rate variability measurements in professional athletes and university students (n = 42)**

Параметры Parameter	Спортсмены / Athletes (n = 22)		Контроль / Control group (n = 20)	
	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis
HR	56,85* [51,40; 63,50]	76,60* [66,90; 95,40]	66,30* [61,30; 77,25]	92,20* [86,35; 103,40]
SDNN	70,0 [50,0; 102,0]	47,0 [42,0; 62,0]	59,5 [43,5; 86,5]	41,5 [29,0; 60,0]
RMSSD	59,5 [36,0; 88,0]	25,0 [19,0; 33,0]	40,5 [28,5; 78,0]	19,5 [10,5; 30,5]
pNN50	43,85 [14,20; 59,80]	4,70 [2,00; 14,10]	18,60 [8,10; 48,05]	2,60 [0,25; 6,70]
CC1	0,485 [0,340; 0,620]	0,770 [0,650; 0,840]	0,440 [0,295; 0,595]	0,745 [0,660; 0,800]
CV	7,07 [4,97; 9,16]	5,88 [5,49; 7,99]	7,01 [5,69; 8,26]	6,56 [5,43; 8,92]
Коэффициент 30/15 30/15 coefficient	1,18 [1,13; 1,27]		1,18 [1,09; 1,22]	

Примечание. HR – частота сердечных сокращений, SDNN – стандартное отклонение кардиоинтервала, RMSSD – квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами, pNN50 – количество пар соседних NN-интервалов, различающихся более чем на 50 мс, CC1 – коэффициент корреляции после первого сдвига, CV – коэффициент вариации; * – $p < 0,05$ разница между группами достоверна.

Note. HR – heart rate, SDNN – standard deviation of normal cardiac intervals, RMSSD – root-mean-square of successive differences in cardiac intervals, pNN50 – the percentage rate of times a successive cardiac interval was greater than the previous one by > 50 ms, CC1 – correlation coefficient after the first shift, CV – coefficient of variation; * – $p < 0.05$ the difference between the groups is significant.

Таблица 2
Table 2

**Результаты спектрограммы variability сердечного ритма
у студентов-спортсменов и обычных студентов (n = 42)
Spectral analysis of heart rate variability in professional athletes and university students (n = 42)**

Параметры Parameter	Спортсмены / Athletes (n = 22)		Контроль / Control group (n = 20)	
	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis
TP, $мс^2 / ms^2$	4752,0 [2638,0; 9333,0]	2186,0 [1655,0; 3917,0]	3563,0 [1932,5; 6854,0]	1845,0 [795,0; 3765,0]
VLF, $мс^2 / ms^2$	1459,0 [1174,0; 2961,0]	885,5 [660,0; 1677,0]	981,0 [526,5; 2139,5]	627,0 [329,0; 1256,0]
LF, $мс^2 / ms^2$	1176,5 [474,0; 2814,0]	968,0 [664,0; 1562,0]	951,0 [579,5; 1427,5]	883,0 [441,0; 1572,0]
HF, $мс^2 / ms^2$	1416,0 [538,0; 2606,0]	288,5 [173,0; 380,0]	720,0 [437,5; 2402,5]	146,5 [47,0; 471,0]
% VLF	35,4 [17,4; 51,1]	40,2 [30,5; 50,2]	39,8 [24,3; 54,6]	40,7 [29,4; 49,9]
% LF	23,7 [20,6; 45,2]	47,4 [36,2; 54,8]	28,6 [17,0; 36,3]	50,4 [37,5; 56,6]

Окончание табл. 2
Table 2 (end)

Параметры Parameter	Спортсмены / Athletes (n = 22)		Контроль / Control group (n = 20)	
	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis
% HF	31,4 [19,9; 46,1]	10,0 [7,0; 15,5]	26,2 [17,0; 41,3]	8,4 [5,2; 14,1]
LF/HF	0,7 [0,5; 1,7]	4,7 [2,5; 7,9]	0,9 [0,5; 2,5]	4,4 [2,9; 10,6]

Примечание. TP – общая мощность, VLF – очень низкочастотные колебания, LF – низкочастотные колебания, HF – высокочастотные колебания.

Note. TP – total power, VLF – very low frequency, LF – low frequency, HF – high frequency.

Таблица 3
Table 3

Результаты гистограммы вариабельности сердечного ритма
у студентов-спортсменов и обычных студентов (n = 42)
Histogram analysis of heart rate variability in professional athletes and university students (n = 42)

Параметры Parameter	Спортсмены / Athletes (n = 22)		Контроль / Control group (n = 20)	
	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis	Покой Normal conditions	Ортостаз Orthostasis
Mo	1,058* [0,918; 1,178]	0,775* [0,625; 0,879]	0,891* [0,755; 1,015]	0,638* [0,554; 0,680]
AMo	31,0 [20,9; 39,8]	41,9 [31,6; 45,6]	31,6 [29,1; 44,8]	47,8 [39,6; 59,1]
Me	1,061* [0,944; 1,174]	0,781* [0,627; 0,889]	0,901* [0,767; 0,996]	0,645* [0,568; 0,688]
MxDm	0,347 [0,261; 0,502]	0,235 [0,197; 0,327]	0,326 [0,233; 0,411]	0,213 [0,130; 0,317]
SI	36,89 [22,03; 93,30]	109,89* [57,48; 167,56]	65,77 [32,96; 124,50]	186,29* [104,12; 371,88]
ВПР	2,27 [1,56; 3,47]	4,64* [3,64; 5,85]	3,38 [2,29; 4,37]	5,77* [4,48; 10,37]
ИВР	73,35 [37,70; 121,10]	164,80 [89,30; 189,30]	98,85 [56,35; 152,05]	189,85 [113,00; 356,80]
ПАПР	27,40* [19,70; 41,40]	51,40* [37,60; 74,80]	40,75* [29,15; 57,60]	78,05* [62,15; 103,65]

Примечание. Mo – мода, AMo – амплитуда моды, Me – медиана, MxDm – разница между максимальной и минимальной длиной NN-интервалов, SI – стрессовый индекс, ВПР – вегетативный показатель ритма, ИВР – индекс вегетативного равновесия, ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; * – p < 0,05 разница между группами достоверна.

Note. Mo – mode, AMo – mode amplitude, Me – median, MxDm – variation range, SI – stress index, ВПР – vegetative rhythm index, ИВР – vegetative balance index, ПАПР – indicator of regulation process adequacy; * – p < 0.05 the difference between the groups is significant.

В работе Н.И. Штаненко, Ю.И. Брель и др. был проведен сравнительный анализ различных показателей вариабельности сердечного ритма между спортсменами различных спортивных направлений и группой контроля [6]. Исходя из полученных результатов, можно сказать, что значения показателей данного метода могут существенно различаться не только при сравнении групп спортсменов и контроля, но и между группами спортсменов раз-

личных направлений. Вполне возможно, что в нашем исследовании по причине отсутствия разделения внутри целевой группы по спортивным направлениям произошло размытие статистических различий с группой контроля. В работе В. Makivic, M. Nikic et al. также говорится о большом влиянии множества факторов на показатели вариабельности сердечного ритма среди спортсменов [7].

В отличие от результатов ритмограммы и

Таблица 4
Table 4Типы вегетативной регуляции среди двух групп студентов
Types of autonomic regulation among groups

Класс Class	Спортсмены / Athletes (n = 22)		Контроль / Control group (n = 20)	
	Количество / Quantity	Доля / Fraction	Количество / Quantity	Доля / Fraction
1	11	50,0 %	14	70,0 %
2	2	9,0 %	4	20,0 %
3	8	36,5 %	2	10,0 %
4	1	4,5 %	0	0,0 %

спектрограммы сравнительный анализ показателей гистограммы variability сердечного ритма выявил ряд статистически значимых различий между исследуемыми группами ($p < 0,05$) (табл. 3). Меньший уровень стрессового индекса, вегетативного показателя ритма и показателя адекватности процессов регуляции у группы студентов-спортсменов демонстрирует большую централизацию вегетативного управления сердечного ритма у высокотренированных людей как в состоянии покоя, так и при выполнении ортостатической пробы. Исходя из этого, у физически подготовленных людей периферическая вегетативная регуляция в большей степени оказывает воздействие на гемодинамические процессы, чем корковые и подкорковые структуры центральной нервной системы. Показатели геометрического анализа мода и медиана кардиоинтервалов у целевой группы оказались статистически больше, чем у группы контроля, что говорит о большем значении нейрогуморального вклада в физиологическую регуляцию сердца и связано с высоким потенциалом физиологических резервов целевой группы.

Стоит иметь в виду, что в современном научном мире присутствует проблема нехватки баз данных по исследованию variability сердечного ритма [8]. Поэтому необходимо уделить внимание этому методу с целью накопления достаточного количества информации для проведения анализа большого массива данных, разработки общих и специализированных стандартов для разных групп населения и универсализации и облегчения интерпретации получаемых в ходе исследования результатов.

Согласно классификации, описанной в работах Н.И. Шлык, при ортостатической пробе физиологичной реакцией обладали 86,5 % спортсменов и 80 % обычных студен-

тов (табл. 4). Среди контрольной группы не было найдено добровольца с 4-м типом вегетативной регуляции, однако в целевой группе был студент с ярко выраженными признаками перетренированности (SI от 10 до 30 усл. ед., VLF > 240 мс², TP > 20000 мс²). Из чего следует, что над некоторыми студентами-спортсменами осуществлялся недостаточный контроль налагаемой нагрузки в разработанной программе тренировок. При составлении данных программ необходимо учитывать индивидуальные особенности нервной системы и адаптационных резервов, а также проводить регулярные медицинские исследования с целью мониторинга функционального статуса вегетативного центра и избегания негативных последствий перетренированности [2, 3].

Закключение. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что метод variability сердечного ритма способен показать различия между группами с отличающимся уровнем физической подготовки, преимущественно по данным геометрического анализа. Также метод позволил выявить добровольца в состоянии перетренированности, что часто встречается среди спортсменов при недостаточном медицинском контроле. Из этого следует, что при правильной методологии, должной разработке системы и большой базе данных результатов variability сердечного ритма можно контролировать состояние вегетативной нервной системы и его динамику у пользователя при помощи носимого электронного гаджета. Для этого необходимы развернутые исследования для накопления должного массива данных, тесное сотрудничество с разработчиками электронных приложений, а также проведение соответствующих испытаний для большей чувствительности разработанной мобильной мониторинговой системы.

Авторы выражают благодарность Горькавой Анне Юрьевне (к.м.н., доцент департамента фундаментальной медицины) и Дац Алине Александровне за участие и помощь в проведении научно-исследовательской работы «Психофизиологический статус и адапта-

ционные возможности организма студентов», а также Атаршикову Сергею Анатольевичу (старший преподаватель департамента медицинской биохимии и биофизики) за предоставление необходимого оборудования и помещения.

Список литературы

1. Горелик, В.В. Адаптация учащихся к физическим нагрузкам с учетом состояния регуляторных систем (типов вегетативной регуляции) на уроке физической культуры / В.В. Горелик // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. – 2015. – № 2. – С. 9.
2. Особенности психофизиологической адаптации учащихся 11–16 лет к учебным и физическим нагрузкам, детерминированные типами их вегетативной регуляции / В.В. Горелик, В.С. Беляев, С.Н. Филиппова, Б.Н. Чумаков // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 20–32.
3. Платонов, В. Перетренированность в спорте / В. Платонов // *Наука в олимпийском спорте*. – 2015. – № 1. – С. 19–34.
4. Шлык, Н.И. Ритм сердца и тип регуляции при оценке функциональной готовности организма юных и взрослых спортсменов (по данным экспресс-анализа вариабельности сердечного ритма) / Н.И. Шлык // *Материалы VI Всероссийского симпозиума с международным участием*. – 2016. – С. 20–40.
5. Шлык, Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма). / Н.И. Шлык // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2015. – Т. 9 (4). – С. 5–15.
6. Штаненко, Н.И. Особенности вегетативной реактивности при проведении ортостатической пробы у спортсменов в зависимости от направленности тренировочного процесса / Н.И. Штаненко, Ю.И. Брель, Л.А. Будько // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2017. – № 3 (53). – С. 58–63.
7. Makivić, B. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities / B. Makivić, M. Djordjević Nikić, M.S. Willis // *JEP online*. – 2013. – Vol. 16 (3). – P. 103–131.
8. Quintana, D.S. Guidelines for Reporting Articles on Psychiatry and Heart rate variability (GRAPH): recommendations to advance research communication / D.S. Quintana, G.A. Alvares, J.A.J. Heathers // *Transl Psychiatry*. – 2016. – Vol. 6. – P. 10.
9. Seow, S. What Heart Rate Variability Means on Your Fitness Tracker – and Whether It's Worth Paying Attention To / S. Seow // *Realsimple*. – 2021. – July. – <https://www.realsimple.com/health/preventative-health/heart-health/what-is-heart-rate-variability> (дата обращения: 21.10.2021).

References

1. Gorelik V.V. [Adaptation of Students to Physical Loads, Taking into Account the State of Regulatory Systems (Types of Vegetative Regulation) at the Lesson of Physical Culture]. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova* [Russian Medical and Biological Bulletin named after Academician I.P. Pavlova], 2015, no. 2, p. 9. (in Russ.)
2. Gorelik V.V., Belyayev V.S., Filippova S.N., Chumakov B.N. Peculiarities of Psychophysiological Adaptation of Students Aged 11–16 to Educational and Physical Loads, Determined by the Types of Their Autonomic Regulation. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 20–32. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180102
3. Platonov V. [Overtraining in Sports]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic Sports], 2015, no. 1, pp. 19–34. (in Russ.)
4. Shlyk N.I. [Heart Rhythm and Type of Regulation in Assessing the Functional Readiness of the Body of Young and Adult Athletes (According to the Express Analysis of Heart Rate Variability)]. *Materialy VI Vserossiyskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiyem* [Proceedings of the VI All-Russian Symposium with International Participation], 2016, pp. 20–40. (in Russ.)
5. Shlyk N.I. [Express Assessment of the Functional Readiness of the Athletes' Body for Training and Competitive Activities (According to the Analysis of Heart Rate Variability)]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and Sport. Current Trends], 2015, vol. 9 (4), pp. 5–15. (in Russ.)

6. Shtanenko N.I., Brel' Yu.I., Bud'ko L.A. [Features of Vegetative Reactivity During the Orthostatic Test in Athletes Depending on the Orientation of the Training Process]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology], 2017, no. 3 (53), pp. 58–63. (in Russ.) DOI: 10.51523/2708-6011.2017-14-3-13

7. Makivić B., Djordjević Nikić M., Willis M.S. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. *JEP online*, 2013, vol. 16 (3), pp. 103–131.

8. Quintana D.S., Alvares G.A., Heathers J.A.J. Guidelines for Reporting Articles on Psychiatry and Heart rate variability (GRAPH): recommendations to advance research communication. *Transl Psychiatry*, 2016, vol. 6, p. 10. DOI: 10.1038/tp.2016.73

9. Seow S. What Heart Rate Variability Means on Your Fitness Tracker—and Whether It's Worth Paying Attention To. *Realsimple*, 2021. Available at: <https://www.realsimple.com/health/preventative-health/heart-health/what-is-heart-rate-variability> (accessed 21.10.2021).

Информация об авторах

Анфилатов Илья Юрьевич, студент департамента медицинской биохимии и биофизики Школы медицины, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия.

Туманова Наталья Сергеевна, кандидат медицинских наук, доцент департамента медицинской биохимии и биофизики Школы медицины, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия.

Information about the authors

Ilya Yu. Anfilatov, Undergraduate Student, Department of Medical Biochemistry and Biophysics, School of medicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.

Natalya S. Tumanova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Biochemistry and Biophysics, School of medicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.

Статья поступила в редакцию 04.07.2022

The article was submitted 04.07.2022