

# ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.821.1

## ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДАПТАЦИИ К РАБОТЕ НА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВАХ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

С.Б. Догадкина<sup>1</sup>

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

*По результатам временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма оценивали характер активности вегетативной нервной системы у учащихся младшей школы при выполнении когнитивной задачи на цифровых устройствах (планшет, ноутбук) и бумаге. По значению показателя отношения мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) оценивали вегетативный баланс. С помощью кластерного анализа выделены три группы реакции показателя LF/HF на тестовую нагрузку. Показано, что при выполнении тестовой нагрузки происходит снижение вагусного контроля и повышение симпатической активности.*

**Ключевые слова:** цифровые устройства, адаптация вегетативная нервная система, младший школьный возраст

***Vegetative support of adaptation to work on digital devices in younger school-children.*** Based on the results of temporal and spectral analysis of heart rate variability, the character of the activity of the autonomic nervous system in primary school students when performing a cognitive task on digital devices (tablet, laptop) and paper was evaluated. The vegetative balance was estimated by the value of the ratio of the power of the low-frequency and high-frequency ranges of the spectrum (the LF/HF indicator). Using cluster analysis, three groups of the response of the LF/HF indicator to the test load were identified. It is shown that when performing a test load, there is a decrease in vagal control and an increase in sympathetic activity.

**Key words:** digital devices, adaptation, autonomic nervous system, primary school age

DOI:10.46742/2072-8840-2021-67-3-5-14

### ВВЕДЕНИЕ

Известно, что современные школьники ежедневно используют цифровые технологии в школе и дома [2; 9; 10; 14; 18]. Самыми популярными и распространенными являются мобильный телефон и ноутбук, компьютер и планшет. В связи с тем, что использование цифровых технологий становится неотъемлемой частью процесса обучения и школьники в большинстве своем используют гаджеты, важным является оценка функционального состояния организма школьников при выполнении работы на цифровых устройствах. Показано, что работа на цифровых

---

Контакты: <sup>1</sup> Догадкина С.Б. - E-mail: <almanac@mail.ru>

устройствах оказывает существенное воздействие на организм ребенка, в том числе на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы [4; 11; 22].

Регулируемый ВНС ритм сердечных сокращений чутко реагирует на любые воздействия и несет информацию о состоянии адапционно-приспособительных механизмов регуляции. Это дает основание проводить анализ variability сердечного ритма (ВСР) в качестве информативного неинвазивного метода оценки состояния общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС. Динамика ВСР в ответ на какую-либо деятельность отражает адаптивные возможности и может служить прогностическим маркером уровня комфортности состояния организма [1; 3; 13; 17].

В последние два десятилетия все большее количество теорий и исследований было посвящено роли вегетативной нервной системы в эмоциональном реагировании [1; 12 и др.]. Показано, что анализ изменений ВСР, связанных с эмоциональными нагрузками, может быть использован в качестве объективной его оценки у ребенка при работе на цифровых устройствах.

В задачи входила оценка вегетативной регуляции сердечного ритма, активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной регуляции сердечного ритма в процессе выполнения когнитивного теста на бумажном носителе и цифровых устройствах у младших школьников.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Работа проводилась в рамках Гос.задания ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО» «Психофизиологическое и физиолого-гигиеническое исследование влияния компьютерных технологий обучения в учебном процессе на разных этапах возрастного развития».

Данная работа явилась составной частью комплексного исследования, включавшего, в том числе, изучение автономной нервной регуляции сердечного ритма.

В исследовании приняли участие 39 учащихся 10-11 лет из школ г. Москвы (50 % девочек). Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья. От родителей участников было получено письменное информированное согласие на обследование.

В качестве когнитивной нагрузки использовали компьютеризированный вариант теста «таблицы Шульте» хорошо зарекомендовавший себя при изучении особенностей внимания детей. Испытуемые последовательно находили числа от 1 до 25, отмечая их с помощью компьютерной «мыши» или рукой на планшете. В случае правильного выбора предъявлялась следующая таблица. Время выполнения задания составляло 5 минут. В качестве контрольной нагрузки использовали бумажный вариант теста «таблицы Шульте». Таким образом, дети выполняли тест на планшете, ноутбуке и бумаге.

Регистрацию ЭКГ во II стандартном отведении проводили с помощью прибора «Поли-Спектр-12» (Нейрософт, г. Иваново, 2002) в положении исследуемого сидя в покое (исходное состояние) и во время выполнения тестового задания (3-5 минута нагрузки). По частотно-временным показателям variability сердечного ритма (ВСР) оценивали характер активности вегетативной нервной системы. Для оценки уровня симпато-парасимпатического баланса использовали отноше-

ние мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) [3; 8; 15].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета «SPSS-23». С целью разделения испытуемых на группы по характеру реакции на предъявляемую нагрузку проводили иерархический кластерный анализ. При нормальном распределении анализируемых признаков вычисляли среднее значение (M) и стандартную ошибку среднего (m). Для проверки статистических гипотез исследования использовался t-тест Стьюдента для независимых и попарно сопряженных выборок. В связи с тем, что подавляющее большинство изучаемых показателей не имело нормального распределения, использовали методы непараметрической статистики. Попарное сравнение сопряженных выборок проводили с помощью критерия Уилкоксона, для сравнения независимых выборок использовали критерий Манна-Уитни. Оценку тесноты статистической связи между показателями осуществляли с помощью корреляционного анализа (коэффициент Спирмена). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Спектральный и временной анализ variability сердечного ритма у детей младшего школьного возраста не выявил значимых половых различий в значениях исследованных показателей, в связи с чем оценка реакции вегетативной регуляции сердечного ритма проводилось в общей группе. Данные временного и спектрального анализов ВСР представлены в таблице 1.

В исходном состоянии (перед выполнением теста) показатели временного и спектрального анализа значимо не отличаются перед выполнением предъявляемой нагрузки на бумаге и цифровых устройствах. В целом у большинства детей отмечено хорошее состояние автономной нервной регуляции сердечного ритма.

Выполнение когнитивного теста и на ноутбуке, и на планшете (табл.1) привело к изменению состояния вегетативной нервной системы у детей младшего школьного возраста, а именно, к снижению суммарной спектральной мощности (TP) и снижению SDNN, характеризующих функциональное состояние организма. Отмечено статистически значимое снижение парасимпатической активности (мощность высокочастотных колебаний, RMSSD, p NN50) (см.табл.1, 2), что свидетельствует о снижении парасимпатической активности в регуляции сердечного ритма. Низкочастотный компонент спектра, LF, статистически значимо не изменяется. Показатель симпато-парасимпатического баланса, LF/HF статистически значимо увеличивается, что свидетельствует об усилении симпатической активности. При выполнении тестового задания на ноутбуке отмечено статистически значимое снижение очень низкочастотного показателя VLF, что, по-видимому, обусловлено снижением гуморально-метаболических и церебральных эрготропных влияний. При выполнении тестового задания на планшете статистически значимых изменений данного показателя не выявлено.

Таким образом выполнение детьми когнитивного теста на ноутбуке и планшете приводит к значимому снижению парасимпатической активности и, за счет этого, к сдвигу вегетативного баланса в сторону симпатических влияний.

Таблица 1

*Показатели вариабельности сердечного ритма в покое и при выполнении когнитивного теста на бумаге и цифровых устройствах*

показатели	проба	бумага (n=39)	ноутбук (n=39)	планшет (n=39)
TP, мс <sup>2</sup>	фон	3296,0 (2515; 5270,0)	3128,0 (1675,0;5412,0)	3784,0 (2363,0; 6647,0)
	нагрузка	2501,0 (1834,0; 4019,0)	1957,0 (1436,0; 4741,0)	2812,0 (1818,0; 4892,0)
	p (ф-н)	<b>0,000</b>	<b>0,007</b>	<b>0,003</b>
VLF, мс <sup>2</sup>	фон	1244,0 (491,0; 1784,0)	1136,0 (703,0; 2015,0)	1095,0 (677,0; 1793,0)
	нагрузка	684,0 (372,0; 990,0)	638,0 (398,0; 1009,0)	840,0 (661,0; 1375,0)
	p (ф-н)	<b>0,004</b>	<b>0,002</b>	0,125
LF, мс <sup>2</sup>	фон	1046,0 (548,0; 11925,0)	1026,0 (511,0; 1653,0)	951,0 (659,0 ;1841,0)
	нагрузка	1772,0 (1211,0; 2479,0)	700,0 (508,0; 1598,0)	1017,0 (697,0; 1643,0)
	p (ф-н)	0,446	0,426	0,802
HF, мс <sup>2</sup>	фон	1125,0 (562,0; 2503,0)	827,0 (558,0; 2153,0)	1362,0 (613,0; 2796,0)
	нагрузка	744,0 (453,0; 1107,0)	596,0 (389,0; 1701,0)	818,0 (397,0; 1550,0)
	p (ф-н)	<b>0,000</b>	<b>0,010</b>	<b>0,000</b>
LF/HF, у.е.	фон	0,858 (0,51; 1,50)	0,81 (0,53; 1,52)	0,78 (0,59; 1,19)
	нагрузка	1,87 (1,35; 3,33)	1,16 (0,69; 1,51)	1,35 (0,80; 1,71)
	p (ф-н)	<b>0,003</b>	<b>0,050</b>	<b>0,000</b>
RRNN, мс	фон	639,0 (608,0; 693,0)	673,9 (597,0; 741,0)	678,0 (626,0; 725,0)
	нагрузка	596,0 (552,0; 619,0)	630,0 (585,0; 702,0)	653,0 (605,0; 680,0)
	p (ф-н)	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
SDNN, мс	фон	53,0 (33,0; 68,0)	48,0 (37,0; 62,0)	56,0 (40,0; 72,0)
	нагрузка	46,0 (37,0; 61,0)	38,0 (31,0; 61,0)	45,0 (36,0; 59,0)
	p (ф-н)	0,119	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>
RMSSD, мс	фон	37,0 (24,0; 51,0)	41,0 (29,0; 63,0)	45,0 (30,0; 72,0)
	нагрузка	26,0 (20,0; 45,0)	35,0 (21,0; 56,0)	35,0 (26,0; 52,0)
	p (ф-н)	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>
pNN50, %	фон	14,50 (2,85; 28,30)	18,60 (6,69; 42,60)	23,40 (8,68; 42,40)
	нагрузка	5,14 (2,12; 19,20)	7,46 (2,78; 31,70)	11,60 (5,44; 30,30)
	p (ф-н)	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

*Примечание: ME(Q1;Q3) -медиана (ME), и интерквартильный размах (25-й - Q1 и 75-й - Q3 квантили)*

Реакция на выполнение теста на бумаге также, как при выполнении задания на цифровых устройствах, характеризуется снижением общей мощности и высокочастотного компонента и отсутствием значимых изменений низкочастотных колебаний (см. табл. 1).

Как показано в работах Yamamoto Y. [22], Ubiria I. et. al [19] и др. изменение отношения LF/HF характеризует изменения симпатической активности и может характеризовать симпато-парасимпатический баланс. Мы также использовали данный показатель как отражение симпато-парасимпатического равновесия и разделили всех детей согласно значениям LF/HF в исходном состоянии, на 3 группы (рис. 1). Дети с LF/HF > 1,0 составили 1-группу (с преобладанием симпатических влияний в регуляции сердечного ритма), дети с LF/HF от 0.5 до 1.0 составили 2 группу (со сбалансированной регуляцией сердечного ритма) и дети с LF/HF < 0.5 составили 3 группу (с преобладанием парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма).

В исходном состоянии, перед выполнением теста на бумаге, ноутбуке и планшете, все учащиеся распределились следующим образом (см. рис.1).

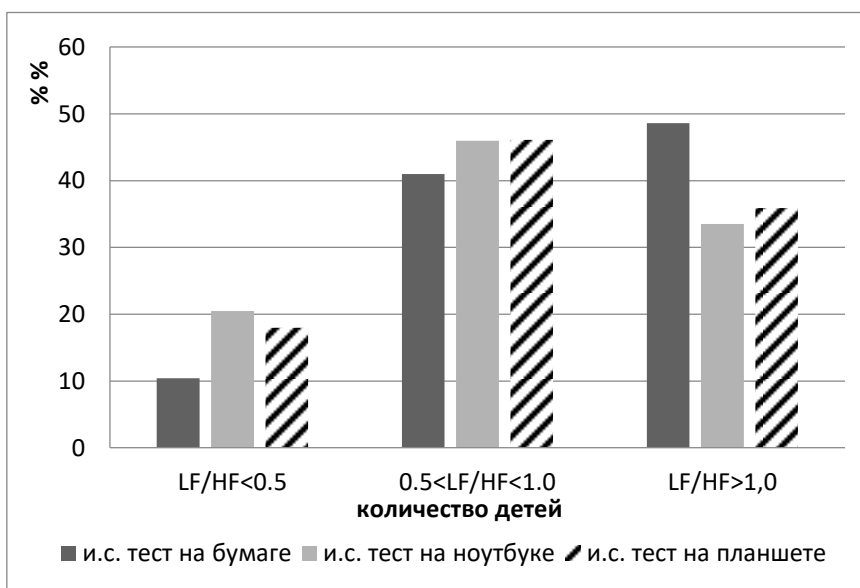


Рис. 1. Распределение показателя симпато-парасимпатического баланса перед выполнением тестов на бумаге и цифровых устройствах (процент от общего количества детей).

Выделено 3 группы детей: с преобладанием симпатической активности в регуляции СР – 1 группа (10-20 %); дети со сбалансированным типом регуляции ВНС ( $0,5 < LF/HF < 1,0$ ) – 2 группа (41-47 %) и дети с преобладанием парасимпатических влияний на СР – 3 группа (33-48 %).

По характеру изменения LF/HF ( $\Delta$  LF/HF) при выполнении теста на бумаге и цифровых устройствах был проведен кластерный анализ.

Таблица 2

Результаты кластерного анализ изменения показателя LF/HF при выполнении когнитивного теста на цифровых устройствах и бумаге

ME (Q1-Q3) группы	бумага		ноутбук		планшет	
	n	$\Delta$ LF/HF, %	n	$\Delta$ LF/HF, %	n	$\Delta$ LF/HF, %
1	11	<b>83,43</b> (57,14; 107,60)	21	<b>49,87</b> (29,39; 91,92)	17	<b>62,14</b> (35,28; 77,37)
2	7	<b>207,87</b> (200,63; 248,57)	1	<b>353,45</b>	11	<b>177,60</b> (152,29; 218,48)
3	21	<b>-4,82</b> (-17,39; 5,28)	17	<b>-19,06</b> (-34,69; -1,35)	11	<b>-22,04</b> (-48,87; -3,87)

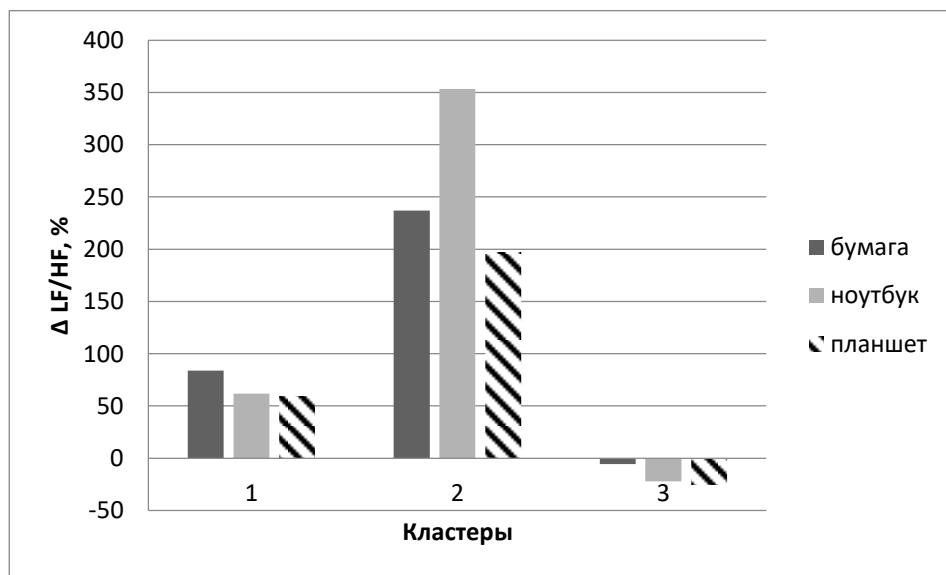


Рис. 2. Результаты кластерного анализа по показателю  $\Delta$  LF/HF при выполнении теста на бумаге и цифровых устройствах.

При выполнении теста на бумаге и планшете на основании результатов кластерного анализа по показателю  $\Delta$  LF/HF выделено 3 кластера, при выполнении теста на ноутбуке – 2 кластера (табл. 2, рис. 2). По всем показателям между кластерами были установлены значимые различия ( $p < 0.05$ ). К ведущим показателям, определяющим интерпретацию физиологической регуляции ВСП относятся низко- и высокочастотные компоненты спектра вариабельности сердечного ритма. Во

всех случаях в 1-ом кластере отмечено умеренное повышение показателя LF/HF (на 50-80 %) у 11 человек при выполнении теста на бумаге, у 21 ребенка – на ноутбук и у 17 детей – на планшете. Дети, входящие в данный кластер, в 80 % случаев были со сбалансированным типом регуляции сердечного ритма и с преобладанием парасимпатических влияний. Во втором кластере при работе на бумаге и планшете отмечено существенное повышение LF/HF (на 180-208 %) у 7 и 11 человек, по-видимому, вследствие значимого снижения HF (см. табл.1). В 3-й кластер вошли дети с незначительным снижением или увеличением LF/HF, у них отмечена высокая симпатическая активность в состоянии покоя, 65 % детей, входящих в этот кластер, относятся к группе с детей с высокой симпатической активностью регуляции сердечного ритма. Умеренно повышенная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы у этих детей может быть предстартовой, о чем свидетельствуют и результаты оценки симпато-парасимпатического баланса в исходном состоянии перед выполнением теста (рис. 1). Повышенная симпатическая активность регуляции сердечного ритма приводит к неблагоприятному течению адаптации при выполнении тестового задания.

Таким образом, в нашем исследовании показано, что при выполнении когнитивного теста на цифровых устройствах происходит снижение вагусного контроля.

Как показано в работе Hayano, Yasuma, [7] быстрые изменения выраженности влияний блуждающего нерва на сердечный ритм могут свидетельствовать о высокой чувствительности автономного контура регуляции ритма сердца к импульсации от баро- и хеморецепторов, способствующие оптимальному согласованию работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Высокий уровень парасимпатической активности в состоянии покоя был связан с лучшей регуляцией работы, использованием адаптивных регуляторных стратегий и более гибким эмоциональным реагированием [5].

Сдвиг вегетативного баланса в сторону симпатических влияний происходит за счет значимого снижения высокочастотных колебания при неизменной активности симпатического отдела ВНС, совпадает с таковым, описанным в работах Montano N. et. al [15]; Wu M. et. al [21], Nakayama N. et. al [16] и других.

Возможно, большая вагусная реактивность может быть функцией значительно более высокой активности в состоянии покоя вследствие большего физиологического диапазона реагирования, благоприятной адаптации к когнитивной нагрузке. Как показано в работе Franks Paul W., Boutcher Stephen H. [6] ЧСС-реакция тренированных испытуемых на ментальный вызов была повышена в основном за счет парасимпатического влияния на сердце, в то время как у нетренированных испытуемых частота сердечного ритма, возможно, была увеличена больше за счет симпатической иннервации. Это подтверждает и результаты нашего исследования, в котором адаптация ВНС к выполнению задания на цифровых устройствах у детей сопровождается снижением парасимпатической активности, и увеличением активности симпатического отдела ВНС. Парасимпатический отдел ВНС отвечает за текущую регуляцию физиологических процессов с целью успешной адаптации при выполнении когнитивного теста на цифровых устройствах.

## ВЫВОДЫ

1. При выполнении детьми 10-11 лет когнитивного теста на бумаге и цифровых устройствах приводит к снижению парасимпатической активности автономной нервной регуляции, и сдвигу вегетативного баланса в сторону усиления симпатической активности.

2. Выделено 3 кластеры по реакции симпато-парасимпатического баланса в ответ на работу на бумажном носителе и цифровых устройствах (ноутбук, планшет).

3. В первом и, в большей степени, во втором кластерах отмечен существенный сдвиг вегетативного баланса в сторону симпатических влияний. Дети, в этих группах в основном были с нормотоническим типом регуляции сердечного ритма или с преобладанием парасимпатических влияний. В 3-ий кластер вошли дети с незначительным снижением или увеличением  $\Delta LF/HF$ , в 60 % случаев у этих детей отмечена высокая симпатическая активность в состоянии покоя, по-видимому исходно высокий уровень «напряжения» перед выполнением нагрузки, снижает их реактивность на фоне нагрузки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Догадкина С.Б., Ермакова И.В., Шарапов А.Н. Вегетативное и гормональное обеспечение когнитивной деятельности детей (работа на смартфоне) в зависимости от психологических особенностей и типа вегетативной нервной активности // Новые исследования. – 2020. – № 2. – С. 15-33.

2. Кучма В.Р., Степанова М.И., Сазанюк З.И., Поленова М.А., Александрова И.Э., Березина Н.О., Макарова А.Ю. Гигиеническая оценка влияния учебных занятий с использованием электронных планшетов на функциональное состояние учащихся // Сеченовский вестник. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 35-42.  
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263858>

3. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. Мед. Академия, 2002. – 290 с.

4. Al Abdi R.M., Alhitary A.E., Abdul Hay E.W., Al-Bashir A.K. Objective detection of chronic stress using physiological parameters//med biol eng comput. – 2018. – dec., 56 (12). – 2273-2286. Doi: 10.1007/s11517-018-1854-8

5. Balzarotti S., Biassoni F., Colombo B., Ciceri M.R. Cardiac vagal control as a marker of emotion regulation in healthy adults: A review/ Biological psychology. – 2017.12.N1. P. 54-66.

6. Franks Paul W., Boucher Stephen H. Cardiovascular response of trained pre-adolescent boys to mental challenge //Med Sci Sports Exerc. – 2003. – 5. 8. – P. 1429-1435.

7. Hayano J., Yasuma F. Hypothesis: respiratory sinus arrhythmia is an intrinsic resting function of cardiopulmonary system // Cardiovascular Research. – 2003. – Vol. 58. Issue 1. – P. 1-9.

8. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological interpretation and clinical use// Circulation. – 1996. – 93. – P. 1043-1065.



9. Hjortskov N. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work / N. Hjortskov, D. Rissen, A.K. Blangsted // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2004. –V. 92. № 1-2. – P. 84.
10. Karalar H., Sidekli S. How do second grade students in primary schools use and perceive tablets? // *Universal Journal of Educational Research.* – 2017. – V. 5, № 6. – P. 965-971. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050609>
11. Major L., Habler B., Hennessy S. Tablet use in schools: impact, affordances and considerations // In book: *Handbook on Digital Learning for K-12 Schools.* Chapter: 8. Editors: Ann Marcus-Quinn, Triona Hourigan. – 2017. – pp. 115-128. DOI: 10.1007/978-3-319-33808-8\_8
12. Maggioni Martina A., Merati Giampiero, Castiglioni Paolo, Mendt, Gunga Hanns-Christian, Stahn Alexander C. Reduced vagal modulations of heart rate during overwintering in Antarctica // *Sci Rep.* – 2020. 10. 1.21810 .DOI: 10.1038/s41598-020-78722-3.
13. Malliani A. Association of heart rate variability components with physiological regulatory mechanisms // Armonk, NY: Futura Publishing Company Inc. – 1995. – p. 173-188.
14. Martinez-Gomez D., B.Sc.; Tucker J., M.Sc.; Heelan, K. A. PhD; Welk G. J., PhD; Eisenmann J. C., PhD. Associations Between Sedentary Behavior and Blood Pressure in Young Children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine.* – 2009; 163(8):724-730.
15. Montano N., Porta A., Cogliati C., Costantino G., Tobaldini E., Casali K.R., et al. Heart rate variability explored in the frequency domain. A tool to investigate the link between heart and behavior. *Neurosci Biobehav Rev.* – 2009; 33 (2). – p. 71-80.
16. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R. [et al.] Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation // *PLoS One.* – 2018. – V. 13. – № 4. e0195280
17. Schiweck Carmen, Lutin E., De Raedt W., Morrens Manuel Heart rate and heart rate variability as trait or state marker for depression? Insights from a ketamine treatment paradigm//*European Neuropsychopharmacology.* – 2020. 40. 2. p.145-146.
18. Sundus M. The impact of using gadgets on children // *J Depress Anxiety.* – 2018. – 7.1
19. Ubiria I. Relation between Heart Rate Variability and Peak Expiratory Flow in Healthy Schoolchildren / Ubiria I., Telia A., Abuladze G. // *Bull. Of the Georgian Academy of Sciences,* – 2003. – 167, № 3. – P. 546-548.
20. Umriukhin E.A., Dzebraïlova T.T., Korobeïnikova I.I. Physiological evaluation of the resultant activity of school children working with computers // *Vestn Ross Akad Med Nauk.* – 1995; (11). – P. 47-52.
21. Wu M., Cao H., Nguyen H.L., Surmacz K., Hargrove C. Modeling perceived stress via HRV and accelerometer sensor streams. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* – 2015. – p. 1625–1628. pmid:26736586
22. Yamamoto Y. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability / Yamamoto Y., Hughson R.L., Peterson J.C. // *J. Appl. Physiol.* –1991. – 71. – P. 1143-1150.

## REFERENCES

1. Dogadkina S.B., Ermakova I.V., Sharapov A.N. Vegetativnoye i gormonalnoye obespecheniye kognitivnoy deyatel'nosti detey (rabota na smart-fone) v zavisimosti ot psikhologicheskikh osobennostey i tipa vegetativnoy nerv-noy aktivnosti//Novyye issledovaniya. – 2020. – № 2. – S. 15-33.

2. Kuchma V.R., Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Polenova M.A., Aleksandrova I.E., Berezina N.O., Makarova A.Yu. Gigiyenicheskaya otsenka vliyaniya uchebnykh zanyatiy s ispolzovaniyem elektronnykh planshetov na funktsionalnoye sostoyaniye uchashchikhsya // Sechenovskiy vestnik. – 2015. – T. 21, № 3. – S. 35-42.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263858>

3. Mikhaylov V.M. Variabelnost ritma serdtsa: opyt praktiche-skogo primeneniya. – Ivanovo: Ivan. Gos. Med. Akademiya, 2002. – S. 90.