

УДК 612.821-053.5

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ НАПРЯЖЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД АДАПТАЦИИ К ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

© 2018 г. И. А. Криволапчук, М. Б. Чернова

ФГБНУ «Институт возрастной физиологии» РАО, г. Москва

*Цель* исследования – выявить особенности функционального состояния (ФС) учащихся первых классов при напряженной информационной нагрузке в различные фазы адаптации к образовательной среде. *Методы*. Изучение ФС детей в покое и при тестовой информационной нагрузке проводили на 2–3, 6–7 и 15–16-й неделях обучения в школе. Использовали комплекс показателей, пригодных для оценки ФС школьников.

*Результаты*. Полученные данные свидетельствуют о том, что в начале систематического обучения в школе дополнительные информационные нагрузки, выполняемые с комфортной и максимальной скоростью, вызывают у детей 6–7 лет существенное ( $p < 0,05–0,001$ ) повышение уровня общей активации центральной нервной системы, напряженность механизмов регуляции ФС, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, усиление центральных регуляторных влияний на сердечный ритм, стимуляцию системной гемодинамики, а также возрастание уровня ситуативной тревожности. Установлено, что в разные фазы адаптации детей к обучению в школе дополнительные информационные нагрузки приводят в целом к сходным изменениям используемых физиологических и психологических показателей. Их сдвиги при выполнении тестовых заданий имели одинаковую направленность как на 2–3, так и на 6–7 и 15–16-й неделях обучения в школе, при этом наиболее выраженное изменение комплекса показателей ФС приходилось на первые недели систематического обучения. В последующем изменения большинства из рассматриваемых показателей были менее существенными ( $p < 0,05–0,001$ ). *Выводы*. По мере развития процесса адаптации к образовательной среде у детей в условиях тестовых нагрузок наблюдалась тенденция менее значительных изменений вегетативных показателей ФС на фоне повышения эффективности деятельности. Вместе с тем на всех этапах исследования нагрузки, выполняемые с максимальной скоростью, носили стрессогенный характер.

**Ключевые слова:** информационная нагрузка, функциональное состояние, адаптация к школе, дети

## SCHOOLCHILDREN'S FUNCTIONAL STATE UNDER INTENSIVE INFORMATION LOAD AT THE INITIAL ADAPTATION PERIOD TO EDUCATIONAL ENVIRONMENT

I. A. Krivolapchuk, M. B. Chernova

Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education, Moscow

*Aim*. The research aim is to identify peculiarities of first forms schoolchildren's functional state (FS) under intensive information load during different phases of adaptation to educational environment. *Methods*. Schoolchildren's FS research was carried out at comfort and at test information load during the 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup>, 6-7<sup>th</sup> and 15-16<sup>th</sup> educational weeks at school. The complex of indices suitable for schoolchildren's FS mark was used. *Results*. The obtained results give the evidence that at the beginning of systematic education at school the additional information loads performed with comfort and with maximal speed cause the significant ( $p < 0.05-0.001$ ) rise of common CNS activation level among 6-7 aged children, tension of mechanisms of FS regulation, shift of autonomic balance to the side of ANS sympathetic part activity predominance, central regulatory influences strengthening to heart rhythm, systematic hemodynamics stimulation, as well as anxiety level rise. It has been stated that in different phases of children's adaptation to education at school the additional information loads cause, in whole, similar changes of used indices among the children. Their shifts during test tasks performance had the same focus both at 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup>, 6-7<sup>th</sup> and at 15-16<sup>th</sup> weeks of education at school, thereat, the most expressed change of FS values fell on the first weeks of systematic education ( $p < 0.05-0.001$ ). *Conclusions*. With the development of adaptation process to educational environment among the children in the conditions of test load the tendency of less significant changes of FS indices has been observed on the background of activity effectiveness rise.

**Key words:** information load, functional state, adaptation to school, children

### Библиографическая ссылка:

Криволапчук И. А., Чернова М. Б. Функциональное состояние школьников при напряженной информационной нагрузке в начальный период адаптации к образовательной среде // Экология человека. 2017. № 9. С. 18–27.

Krivolapchuk I. A., Chernova M. B. Schoolchildren's Functional State under Intensive Informational Load at the Initial Adaptation Period to Educational Environment. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 9, pp. 18-27.

Научно-технический прогресс подготовил фундамент для перехода человечества от общества индустриального к обществу информационному. Сегодня в контексте бурного развития информационного общества происходят системные изменения процесса обучения в школе [4, 6, 7]. Современные школьники растут и развиваются в век информационно-комму-

никационных технологий в условиях постоянного использования сети Интернет, телефонии, радио, телевидения, традиционных и электронных средств массовой информации [7]. Нарастающая информатизация всех сфер общественной жизни оказывает неоднозначное влияние на здоровье и функциональное состояние (ФС) детей. Если суммарная величина

информационной нагрузки превосходит возможности школьников по ее переработке на фоне высокой мотивации деятельности, может возникнуть информационная перегрузка, следствием которой является развитие психологического стресса, рост школьной патологии и увеличение заболеваемости [7, 8, 15].

В этой связи среди актуальных проблем экологии человека особое значение приобретает проблема исследования влияния возрастающих информационных нагрузок на ФС организма школьников. Это наиболее важно в критические периоды развития, наблюдаемые в школьном возрасте, когда стресс-реализующие и стресс-ограничивающие системы организма особенно уязвимы к неблагоприятным внешним воздействиям [2, 11, 15, 18, 19]. Одним из таких периодов является начало систематического обучения в школе. Поступление в школу связано с выраженным функциональным напряжением, низкой и неустойчивой работоспособностью, высокой психофизиологической ценой учебной деятельности [4, 6, 10]. Напряженность этого периода определяется прежде всего тем, что на ребенка начинает интенсивно воздействовать комплекс «непривычных» факторов образовательной среды, адаптация к которым требует максимальной мобилизации социальных и биологических резервов организма [4]. На этом фоне высокие информационные нагрузки, сложные задания, не соответствующие возрастным и индивидуальным возможностям первоклассников, ситуации «наказания» и публичных выступлений, оценки и критики могут способствовать формированию у них хронического психологического стресса, повышению тревожности, ухудшению ФС, развитию школьной дезадаптации и увеличению заболеваемости [4, 6, 17]. Вместе с тем вопрос о влиянии информационных нагрузок разной интенсивности на ФС детей в процессе их адаптации к современной образовательной среде по-прежнему остается открытым.

Цель исследования — выявить особенности ФС учащихся первых классов при напряженной информационной нагрузке в различные фазы адаптации к образовательной среде.

### Методы

В исследовании принимали участие первоклассники ( $n = 137$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. Оно проходило в рамках традиционной организации учебного процесса в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Учебный труд школьников по всем показателям соответствовал второму классу напряженности [7]. Исследование осуществлялось в три этапа с учетом особенностей физиологической адаптации первоклассников к систематическому обучению в школе: I этап — фаза ориентировочного приспособления; II этап — фаза неустойчивого приспособления; III этап — фаза относительно устойчивого приспособления [1, 4]. Изучение ФС детей проводили соответственно на 2–3, 6–7 и 15–16-й неделях обучения в школе.

Моделью информационной нагрузки служил компьютеризированный вариант работы с буквенными таблицами В. Я. Анфимова. Задание состояло в зрительном поиске на экране и идентификации условных раздражителей и тормозных агентов, в качестве которых использовались буквы, имеющие одинаковую встречаемость по всей таблице. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и в двух режимах работы: 1) автотемпа; 2) максимального темпа при наличии «угрозы наказания». Непосредственно перед реализацией заданий испытуемым давалась инструкция, содержащая требование безошибочно работать с оптимальной и максимально возможной скоростью. Основными факторами, вызывающими психическую напряженность в этих условиях, являлись: дефицит времени, высокие требования к скорости и точности выполнения заданий, отвлечение внимания, «угроза наказания». Продолжительность отдельных периодов работы и отдыха составляла 2 минуты. Изучение динамики ФС при информационной нагрузке в разные фазы адаптации к образовательной среде проводилось в группе детей ( $n = 48$ ), сформированной методом рандомизации из общего числа испытуемых, участвующих в исследовании.

Регистрация  $\omega$ -потенциала (ОП), характеризующего ФС центральной нервной системы (ЦНС), осуществлялась в отведении вертекс-тенар по методике В. А. Илюхиной [5] посредством портативной установки с высоким входным сопротивлением (100 МОм), предназначенной для исследования сверхмедленных физиологических процессов головного мозга. Рабочий электрод располагался на коже головы испытуемого, референтный контактировал с тенором левой руки.  $\Omega$ -потенциал измеряли в состоянии покоя и при выполнении тестовых нагрузок [5].

Для выявления степени напряженности регуляторных систем использовали вариационный анализ сердечного ритма по методике Р. М. Баевского. Реализация метода осуществлялась с помощью автоматизированного комплекса на базе персонального компьютера. В состоянии покоя записывали 300–500, а при тестовых нагрузках — 100–150 кардиоинтервалов. Определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), среднюю продолжительность R-R интервала (RRNN), моду ( $M_0$ ), амплитуду моды ( $AM_0$ ), разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), среднее квадратическое отклонение (SDNN), стресс-индекс (SI).

Систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови регистрировали в соответствии с рекомендациями Society for Psychophysical Research (1996). Применяли адекватную возрасту детскую манжету. На основании проведенных измерений рассчитывали среднее артериальное давление (САД) крови, двойное произведение (ДП) и показатели психофизиологической цены деятельности:  $Q/ЧСС$ ,  $Q/SI$ ,  $Q/ДП$ ,  $A/ЧСС$ ,  $A/SI$ ,  $A/ДП$ .

В состоянии покоя и после введения инструкции перед реализацией информационной нагрузки у испытуемых с помощью варианта 8-цветового теста

М. Люшера в модификации Л. Н. Собчик определяли уровень стресса (ситуативной тревожности – СТ).

На этом этапе исследования статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. Результаты статистической обработки представлены в виде средних значений показателей и средней ошибки ( $M \pm m$ ), средних значений разности между выборками с попарно связанными вариантами и их средней ошибки ( $d \pm m$ ). Статистическую значимость различий определяли на основе расчета t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты**

Известно, что фоновый уровень ФС с характерным для него взаимодействием регуляторных систем мозга определяет психофизиологическую реактивность при напряженной деятельности [3, 10, 16]. В этой связи представлялось целесообразным выявить особенности ФС первоклассников в условиях спокойного бодрствования в первые недели учебного года. Результаты исследования указывают на то, что у детей 6–7 лет на 2–3-й неделях обучения в школе наблюдается повышенный уровень фоновой активированности и эрготропная настройка вегетативной нервной системы (ВНС) (табл. 1). Средние значения большинства из рассматриваемых показателей ФС существенно отличались от установленных возрастных норм [5, 6, 11, 13].

Далее изучалась динамика психофизиологических показателей ФС в условиях информационной нагрузки. На 2–3-й неделях обучения в школе при выполнении тестового задания с удобной скоростью (автотемп) у первоклассников наблюдались выраженные сдвиги изучаемых показателей ФС по сравнению

с состоянием спокойного бодрствования. В процессе работы возрастали ОП ( $p < 0,001$ ), СД ( $p < 0,001$ ), ДД ( $p < 0,001$ ), САД ( $p < 0,001$ ), ЧСС ( $p < 0,001$ ), ДП ( $p < 0,001$ ), АМо ( $p = 0,009$ ), СИ ( $p < 0,001$ ), СТ ( $p = 0,003$ ) и понижались RRNN ( $p = 0,036$ ), Мо ( $p = 0,023$ ), МхДМп ( $p < 0,001$ ). Важно отметить, что в сопоставлении с фоном изменения большинства переменных носили статистически значимый характер (см. табл. 1).

При реализации информационной нагрузки в режиме максимального темпа в условиях дефицита времени и «угрозы наказания» отмечались наиболее значительные изменения ФС (см. табл. 1). Нагрузка в максимальном темпе вызывала у всех детей дальнейшее повышение уровня общей активации ЦНС, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, усиление центральных регуляторных влияний на сердечный ритм, стимуляцию системной гемодинамики, возрастание уровня ситуативной тревожности. Это проявилось в «резком» возрастании уровня ОП ( $p < 0,001$ ), СД ( $p < 0,001$ ), ДД ( $p < 0,001$ ), САД ( $p < 0,001$ ), ЧСС ( $p < 0,001$ ), ДП ( $p < 0,001$ ), АМо ( $p = 0,002$ ), СИ ( $p < 0,001$ ), СТ ( $p < 0,001$ ) и снижении уровня RRNN ( $p < 0,001$ ), Мо ( $p = 0,002$ ), МхДМп ( $p < 0,001$ ).

Сопоставление данных о результативности выполнения тестовых заданий при разных режимах деятельности показало, что скорость работы (А;  $p = 0,005$ ) в максимальном темпе в большинстве случаев возрастала, тогда как ее продуктивность (Q;  $p < 0,001$ ) уменьшалась (табл. 2) вследствие возрастания числа общих ошибок и ошибок на дифференцировку. Соответственно проявилась тенденция уменьшения данных продуктивности деятельности: Q/ЧСС ( $p = 0,008$ ), Q/ДП ( $p = 0,189$ ), Q/СИ ( $p = 0,52$ ), А/ЧСС ( $p = 0,236$ ), А/ДП ( $p = 0,007$ ), А/СИ ( $p = 0,479$ ) (см.

Таблица 1

**Изменения показателей функционального состояния школьников при напряженной информационной нагрузке в начальный период адаптации к образовательной среде (2–3-я недели обучения)**

Показатель	Состояние покоя $M \pm m$	Автотемп				Максимальный темп			
		А $M \pm m$	С $d \pm m$	t	P	А $M \pm m$	С $d \pm m$	t	P
ОП, мВ	22,40±1,75	40,60±1,81	18,20±1,54	11,82	0,001	45,00±1,84	22,60±1,62	13,92	0,001
СД, мм рт. ст.	97,20±1,85	103,80±1,97	6,60±1,35	4,89	0,001	108,80±1,97	11,60±1,50	7,73	0,001
ДД, мм рт. ст.	61,80±1,59	67,40±1,66	5,60±1,14	4,91	0,001	68,80±1,66	7,00±1,22	5,74	0,001
САД, мм рт. ст.	76,30±1,39	81,40±1,48	5,10±1,24	4,11	0,001	84,40±1,42	8,10±1,18	6,86	0,001
ЧСС, уд./мин	96,50±1,64	106,20±1,78	9,70±1,05	9,23	0,001	107,80±1,76	11,30±1,12	10,09	0,001
ДП, отн. ед.	91,00±2,21	102,50±2,56	11,50±1,65	6,97	0,001	108,90±2,83	17,90±1,77	10,11	0,001
RRNN, мс	615,4±12,0	586,3±14,5	29,1±13,5	2,16	0,036	568,0±12,9	47,4±12,1	3,92	0,001
Мо, мс	596,7±12,6	567,1±12,9	29,6±12,6	2,35	0,023	556,7±12,1	40,0±12,2	3,28	0,002
МхДМп, мс	206,5±18,4	140,5±16,5	66,0±14,1	4,68	0,001	138,4±16,5	68,1±13,5	5,04	0,001
SDNN, мс	52,90±2,24	51,30±2,16	1,60±1,84	0,87	0,389	48,50±2,16	3,50±1,92	1,82	0,075
АМо, %	54,30±3,21	58,50±2,81	4,20±1,52	2,76	0,009	59,80±2,22	5,50±1,69	3,25	0,002
СИ, отн. ед.	224,6±20,7	308,0±26,5	83,4±14,3	5,83	0,001	385,0±24,9	160,4±19,6	8,18	0,001
Тревога, баллы	3,36±0,24	4,11±0,27	0,75±0,24	3,13	0,003	4,53±0,32	1,17±0,28	4,18	0,001

Примечание: А – абсолютные значения показателя; С – сдвиг показателя.

табл. 2). Смена первого режима работы на второй сопровождается существенным увеличением психофизиологических «затрат» на переработку одного и того же объема значимой информации.

Таблица 2

**Изменения показателей эффективности реализации напряженной информационной нагрузки у школьников в начальный период адаптации к образовательной среде (2–3-я недели обучения)**

Показатель	Автотемп	Максимальный темп	Сдвиг	t	P
	M±m	M±m	d±m		
A, знаки	81,60 ± 4,24	91,6 ± 4,3	10,00 ± 3,42	2,92	0,005
A/ЧСС, отн. ед.	0,73 ± 0,05	0,67 ± 0,07	-0,06 ± 0,05	1,20	0,236
A/SI, отн. ед.	0,25 ± 0,08	0,20 ± 0,09	-0,05 ± 0,07	0,71	0,479
A/ДП, отн. ед.	0,78 ± 0,07	0,61 ± 0,06	-0,17 ± 0,06	2,83	0,007
Q, отн. ед.	6,73 ± 0,30	5,24 ± 0,36	-1,49 ± 0,31	4,81	0,001
Q/ЧСС, отн. ед.	0,058 ± 0,004	0,047 ± 0,005	-0,011 ± 0,004	2,75	0,008
Q/SI, отн. ед.	0,022 ± 0,003	0,016 ± 0,005	-0,006 ± 0,003	2,00	0,052
Q/ДП, отн. ед.	0,055 ± 0,005	0,051 ± 0,005	-0,004 ± 0,003	1,33	0,189

С увеличением продолжительности обучения уровень активированности в состоянии спокойного бодрствования снижается на фоне смещения вегетативного баланса в сторону повышения активности парасимпатического отдела ВНС. Изучение динамики ФС показало, что на 6–7-й неделях систематического обучения в школе отмечены менее выраженные изменения ФС детей по сравнению со 2–3-й неделями. В состоянии спокойного бодрствования выявлены статистически значимые различия в отношении ОП (p = 0,042), СД (p = 0,033), ДД (p < 0,001), САД

(p < 0,001), ЧСС (p = 0,032), МхDMп (p = 0,007), SDNN (p = 0,018), АМо (p < 0,001), SI (p < 0,001) (табл. 3).

На 15–16-й неделях обучения в целом наблюдалось дальнейшее снижение фоновой активированности. Статистически значимые различия по сравнению со 2–3-й неделями обучения обнаружены в отношении СД (p = 0,003), ДД (p = 0,43), САД (p < 0,001), ЧСС (p < 0,001), RRNN (p = 0,011), Мо (p = 0,045), МхDMп (p = 0,047), АМо (p < 0,001), SI (p < 0,001), СТ (p = 0,012) (см. табл. 3). На 15–16-й неделях обучения у школьников 6–7 лет изучаемые параметры ФС в целом приближаются к характерным для этого возраста средним значениям [5, 6, 11, 13]. Таким образом, в состоянии спокойного бодрствования по мере развертывания процессов адаптации детей к обучению в школе наблюдаются снижение фоновой активированности, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности парасимпатического отдела ВНС и уменьшение уровня ситуативной тревожности.

Динамика сдвигов показателей ФС в условиях тестовых информационных нагрузок носила волнообразный характер (табл. 4, 5). На 6–7-й неделях в условиях информационной нагрузки, реализуемой в режиме автотемпа, значимые различия по сравнению со 2–3-й неделями обучения обнаружены в отношении всех рассматриваемых показателей ФС, за исключением ОП (p = 0,014) и SDNN (p = 0,347), а на 15–16-й неделях – SDNN (p = 0,164) (см. табл. 4).

При работе в максимальном темпе на 6–7-й неделях обучения значимые различия по сравнению со 2–3-й неделями обучения обнаружены в отношении ЧСС (p = 0,013), САД (p = 0,020), АМо (p < 0,001), SI (p < 0,001), А (p < 0,001), А/ЧСС (p < 0,001), А/ДП (p = 0,013), А/SI (p = 0,012), Q (p = 0,045),

Таблица 3

**Динамика показателей функционального состояния школьников в условиях спокойного бодрствования в процессе адаптации к образовательной среде**

Показатель	2–3 нед.	6–7 нед.	Сдвиг	t	P	15–16 нед.	Сдвиг	t	P
	M±m	M±m	d±m			M±m	d±m		
ОП, мВ	22,40±1,75	19,70±1,82	-2,70±1,29	2,09	0,042	21,70±1,71	-0,70±1,15	0,61	0,546
СД, мм рт. ст.	97,20±1,85	94,30±1,76	-2,90±1,32	2,20	0,033	93,50±1,89	-3,70±1,19	3,11	0,003
ДД, мм рт. ст.	61,80±1,59	56,90±1,65	-4,90±1,25	3,92	0,001	59,80±1,98	-2,00±0,96	2,08	0,043
САД, мм рт. ст.	76,30±1,39	72,50±1,41	-3,80±1,12	3,39	0,001	72,00±1,45	-4,30±1,24	3,47	0,001
ЧСС, уд./мин	96,50±1,64	94,58±1,60	-1,90±0,86	2,21	0,032	92,30±1,54	-3,90±1,03	3,79	0,001
ДП, отн. ед.	91,00±2,21	90,01±2,37	-1,00±1,41	0,71	0,482	90,40±2,12	-0,60±1,28	0,47	0,642
RRNN, мс	615,4±12,0	621,9±14,1	+6,3±8,2	0,77	0,446	643,0±12,8	+24,9±9,4	2,65	0,011
Мо, мс	596,7±12,6	602,0±12,4	+5,7±7,3	0,78	0,439	623,1±12,6	+24,1±11,7	2,06	0,045
МхDMп, мс	206,5±18,4	231,5±12,4	+24,2±8,5	2,85	0,007	223,9±13,5	+18,2±8,9	2,05	0,047
SDNN, мс	52,90±2,24	57,10±2,08	+4,20±1,72	2,44	0,018	54,58±2,12	+1,70±1,59	1,07	0,290
АМо, %	54,30±3,21	45,60±1,64	-8,70±1,88	4,63	0,001	43,40±1,46	-10,90±1,73	6,30	0,001
SI, отн. ед.	224,6±20,7	123,5±18,4	-101,1±24,7	4,09	0,001	155,1±19,2	-69,5±23,6	5,62	0,001
Тревога, баллы	3,36±0,24	3,09±0,22	-0,27±0,14	1,93	0,060	2,89±0,24	-0,47±0,18	2,61	0,012

Таблица 4

Динамика показателей функционального состояния школьников при реализации информационной нагрузки в режиме автотемпа в процессе адаптации к образовательной среде

Показатель	2–3 нед.	6–7 нед.	Сдвиг	t	P	15–16 нед.	Сдвиг	t	P
	M±m	M±m	d±m			M±m	d±m		
ОП, мВ	40,63±1,21	38,60±1,15	-2,03±1,26	1,61	0,114	37,40±1,08	-3,10±1,41	2,20	0,033
СД, мм рт. ст.	103,80±1,47	99,70±1,25	-4,10±1,86	2,20	0,032	97,70±1,34	-6,10±1,59	3,84	0,001
ДД, мм рт. ст.	67,40±1,16	64,00±1,12	-3,40±1,09	3,12	0,003	62,50±1,16	-4,90±1,25	3,93	0,001
САД, мм рт. ст.	81,40±1,08	77,30±1,04	-4,10±1,02	3,42	0,001	76,30±0,97	-5,10±1,21	4,22	0,001
ЧСС, уд./мин	106,20±1,28	101,90±1,28	-4,30±1,15	3,74	0,001	100,10±1,03	-5,1±0,9	5,67	0,001
ДП, отн. ед.	102,50±1,56	97,30±1,40	-5,20±1,79	2,91	0,006	96,50±1,76	-6,00±1,57	3,82	0,001
RRNN, мс	586,3±14,5	609,9±15,3	+23,6±10,2	2,31	0,025	624,4±11,8	+38,1±11,5	3,31	0,002
Мо, мс	567,1±12,9	595,4±13,7	+28,1±11,3	2,49	0,017	607,2±12,4	+40,1±12,3	3,26	0,002
МхДМп, мс	140,5±16,5	164,9±14,6	+24,4±11,7	2,09	0,042	163,2±13,5	+22,7±10,4	2,18	0,034
SDNN, мс	51,31±2,16	52,82±2,21	+1,51±1,59	0,95	0,347	53,39±2,50	+2,08±1,47	1,42	0,164
АМо, %	58,50±2,21	47,00±2,01	-11,50±2,14	5,37	0,001	43,70±1,98	-14,80±2,68	5,52	0,001
SI, отн. ед.	308,0±22,5	197,1±20,5	-110,9±26,5	4,19	0,001	193,3±16,5	-114,7±18,0	6,37	0,001
Тревога, баллы	4,11±0,20	3,74±0,22	-0,37±0,16	2,31	0,025	3,71±0,21	-0,40±0,19	2,11	0,041
А, знаки	86,10±4,24	112,80±4,20	+26,70±3,91	6,83	0,001	127,2±4,1	+41,1±5,3	7,76	0,001
А/ЧСС, отн. ед.	0,73±0,05	0,98±0,05	+0,25±0,06	4,17	0,001	1,11±0,04	+0,38±0,06	6,35	0,001
А/SI, отн. ед.	0,25±0,08	0,45±0,07	+0,20±0,07	2,86	0,006	0,52±0,09	+0,27±0,07	3,86	0,001
А/ДП, отн. ед.	0,78±0,07	1,02±0,06	+0,24±0,07	3,44	0,001	1,12±0,06	+0,34±0,08	4,26	0,001
Q, отн. ед.	6,73±0,30	7,87±0,33	+1,14±0,38	3,00	0,004	8,21±0,33	+1,48±0,41	3,61	0,001
Q/ЧСС, отн. ед.	0,058±0,004	0,071±0,005	+0,013±0,004	3,25	0,002	0,074±0,004	+0,016±0,004	4,06	0,001
Q/SI, отн. ед.	0,022±0,003	0,036±0,003	+0,014±0,003	4,67	0,001	0,038±0,005	+0,016±0,070	2,29	0,027
Q/ДП, отн. ед.	0,055±0,005	0,066±0,004	+0,011±0,005	2,20	0,033	0,072±0,006	+0,017±0,005	3,46	0,001

Таблица 5

Динамика показателей функционального состояния школьников при реализации информационной нагрузки в режиме максимального темпа в процессе адаптации к образовательной среде

Показатель	2–3 нед.	6–7 нед.	Сдвиг	t	P	15–16 нед.	Сдвиг	t	P
	M±m	M±m	d±m			M±m	d±m		
ОП, мВ	44,95±1,84	43,15±1,58	-1,80±1,38	1,30	0,199	44,06±1,28	-0,89±1,36	0,65	0,516
СД, мм рт. ст.	108,80±1,47	107,70±1,25	-1,10±1,63	0,68	0,503	106,70±1,46	-2,10±1,74	1,21	0,234
ДД, мм рт. ст.	68,80±1,22	66,70±1,13	-1,10±1,15	0,96	0,344	66,30±1,22	-2,50±1,09	2,29	0,026
САД, мм рт. ст.	84,40±1,08	81,90±1,10	-2,50±1,04	2,40	0,020	78,60±1,16	-5,80±1,29	4,50	0,001
ЧСС, уд./мин	107,80±1,16	105,60±1,21	-2,20±0,85	2,59	0,013	105,00±1,29	-2,80±1,04	2,69	0,010
ДП, отн. ед.	108,90±1,83	106,70±1,63	-1,70±1,76	1,02	0,312	105,70±1,57	-3,20±1,83	1,75	0,087
RRNN, мс	568,0±12,9	574,4±14,3	+6,4±10,9	0,60	0,554	588,0±12,4	+20,0±12,6	1,59	0,119
Мо, мс	556,7±12,1	562,3±9,9	+5,6±11,2	0,50	0,617	569,5±11,8	+12,8±9,4	1,36	0,180
МхДМп, мс	138,4±14,3	145,1±10,5	-6,7±10,8	0,62	0,538	156,6±13,3	+18,2±11,0	1,66	0,105
SDNN, мс	48,50±2,16	49,00±2,02	+0,50±1,33	0,38	0,709	47,40±2,23	+1,10±1,62	0,68	0,501
АМо, %	59,80±2,22	52,00±1,96	-7,80±1,66	4,70	0,001	46,70±1,84	-13,10±2,51	5,22	0,001
SI, отн. ед.	385,0±24,9	319,6±20,5	-65,4±19,1	3,42	0,001	271,6±28,6	-113,4±20,6	5,51	0,001
Тревога, баллы	4,53±0,22	4,30±0,21	-0,23±0,14	1,64	0,107	4,13±0,24	-0,40±0,18	2,22	0,031
А, знаки	91,6±4,3	118,2±4,3	+26,60±3,56	7,47	0,001	130,50±4,21	+38,90±4,95	7,86	0,001
А/ЧСС, отн. ед.	0,67±0,05	0,95±0,04	+0,28±0,06	4,67	0,001	0,99±0,05	+0,32±0,06	5,33	0,001
А/SI, отн. ед.	0,20±0,05	0,33±0,05	+0,13±0,05	2,62	0,012	0,36±0,08	+0,16±0,07	2,29	0,027
А/ДП, отн. ед.	0,61±0,06	0,79±0,05	+0,18±0,07	2,57	0,013	0,80±0,05	+0,19±0,05	5,84	0,001
Q, отн. ед.	5,24±0,36	5,61±0,32	+0,37±0,18	2,06	0,045	5,70±0,40	+0,46±0,21	2,19	0,034
Q/ЧСС, отн. ед.	0,047±0,005	0,054±0,005	+0,007±0,004	1,81	0,077	0,056±0,006	+0,009±0,004	2,28	0,027
Q/SI, отн. ед.	0,016±0,005	0,020±0,005	+0,004±0,003	1,33	0,189	0,021±0,007	+0,005±0,003	1,67	0,102
Q/ДП, отн. ед.	0,051±0,005	0,059±0,005	+0,008±0,004	2,03	0,048	0,059±0,006	+0,008±0,005	1,62	0,112

Q/ДП (p = 0,048), а на 15–16-й неделях – ЧСС (p = 0,010), ДД (p = 0,026), САД (p < 0,001), АМо (p < 0,001), SI (p < 0,001), СТ (p = 0,031), А (p < 0,001), А/ЧСС (p < 0,001), А/ДП (p < 0,001), А/SI (p = 0,027), Q (p = 0,034), Q/ЧСС (p = 0,027) (см. табл. 5).

Таким образом, установлено, что в разные фазы адаптации детей к обучению в школе дополнительные информационные нагрузки вызывают у них в целом сходные изменения используемых психофизиологических показателей. Их сдвиги при выполнении тестовых заданий имели одинаковую направленность как на

2–3, так и на 6–7 и 15–16-й неделях обучения в школе, при этом наиболее выраженное изменение комплекса показателей ФС приходилось на первые недели систематического обучения. В дальнейшем изменения этих показателей были менее существенными. Однако у значительной части учащихся первых классов переход физиологических систем организма на новый уровень регулирования в связи с началом систематического обучения затягивался до 6–7 и 15–16-й недели учебного года. Важно отметить, что наиболее выраженное уменьшение степени напряжения ФС выявлено при работе в режиме автотемпа. Анализ динамики результативности деятельности позволил установить, что на 2–3-й неделях учебного года наблюдался наиболее низкий уровень ее количественных и качественных параметров, а наиболее высокий — на 15–16-й неделях (см. табл. 4, 5), при этом самое значительное повышение эффективности и продуктивности деятельности также происходило при реализации информационной нагрузки в режиме автотемпа. Полученные результаты дают основание считать, что используемые в исследовании режимы информационной нагрузки характеризуют различные виды ФС. В процессе адаптации учащихся первых классов к комплексу факторов современной образовательной среды работу в режиме автотемпа можно использовать для оценки состояния функционального комфорта, а работу в режиме максимального темпа — для оценки состояния психологического стресса.

### Обсуждение результатов

Хорошо известно, что поступление в школу вызывает необходимость адаптации ребенка к условиям современной образовательной среды. По данным физиолого-гигиенических и психологических исследований [1, 4, 6, 9, 15], наибольшее напряжение организм учащегося испытывает в первые месяцы пребывания в школе. Именно в это время неадекватные информационные и эмоциональные нагрузки могут привести к формированию негативного отношения к обучению, ухудшению ФС детей, развитию школьной дезадаптации и нарушению здоровья. Проведенное нами сопоставление ФС в различные периоды адаптации к школе показало, что в первые недели учебного года у большинства первоклассников в условиях спокойного бодрствования отмечается повышенный уровень фоновой активированности и эрготропная «настройка» ВНС. Известно, что при эрготропной настройке резко возрастает реактивность симпатической системы и одновременно снижается реактивность парасимпатической системы [16]. Следует подчеркнуть, что эти особенности вегетативного статуса организма в значительной мере определяют характер реагирования на дополнительные информационные нагрузки в процессе адаптации к образовательной среде.

Полученные в нашем исследовании данные подтверждают представление о том, что особенности психофизиологической реактивности при напряжен-

ной информационной нагрузке связаны с уровнем активации в состоянии покоя. При этом чем больше фоновые показатели ФС, тем выше рабочий уровень активации при выполнении тестирующих заданий. В ряде работ показано, что величина предельной активированности у лиц с низким уровнем активации в состоянии покоя больше и этот предел достигается при более высокой интенсивности воздействия, а реактивность, наоборот, ниже. У лиц с низкой фоновой активированностью имеется больший «запас прочности», большая экономичность, поэтому достижение предела реагирования у них происходит при большей силе воздействия, чем у высоко активированных детей [4, 16, 19]. Вероятно, поэтому «стандартное» по своей величине внешнее воздействие вызывает у первоклассников в первую фазу адаптации к образовательной среде на фоне повышенного уровня активации в состоянии покоя больший физиологический эффект, чем та же по интенсивности стимуляция в фазу относительно устойчивого приспособления, когда уровень фоновой активации приближается к возрастной норме.

У первоклассников на 2–3-й неделях обучения в школе при выполнении тестовых информационных нагрузок по сравнению с состоянием спокойного бодрствования наблюдались существенное повышение уровня неспецифической активации ЦНС, напряженность корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции ФС, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, усиление центральных регуляторных влияний на сердечный ритм, стимуляция системной гемодинамики, а также возрастание уровня ситуативной тревожности. Эти данные согласуются с результатами других работ. В ряде исследований установлено, что в период адаптации первоклассников к образовательной среде отмечается существенное повышение стрессовой реактивности [2, 8, 13, 18], при этом наиболее значительные ее изменения наблюдаются в первые недели учебного года. Следствием этого является избыточная функциональная активность всех органов и систем, а также высокая психофизиологическая цена напряженной познавательной деятельности.

Одной из основных причин высокой фоновой активированности и избыточной психофизиологической реактивности, наблюдаемой у учащихся первых классов, может быть временная разбалансировка механизмов регуляции ФС, обусловленная действием комплекса психосоциальных стрессоров, характерных для начального периода обучения в школе. Наряду с этим у детей на данном этапе развития происходят значительные перестройки в формировании модулирующей системы мозга, восходящие влияния которой опосредуют избирательную организацию когнитивных процессов за счет вовлечения механизмов локальной управляемой активации, а нисходящие регулируют активность систем вегетативного обеспечения деятельности и обменные процессы [10, 11].

По-видимому, под влиянием комплекса факторов образовательной среды сложившаяся к началу обучения система корковых нейронных сетей, обеспечивающая оптимальные условия для анализа и переработки информации, временно «деорганизуется», вследствие чего снижаются функциональные возможности модулирующей системы мозга, что находит отражение в значительной активизации подсистемы эмоционального реагирования [3, 10].

В ходе приспособления к обучению у первоклассников понижается напряжение физиологических систем организма в условиях интенсивной деятельности. Результаты сравнения сдвигов показателей ФС в разные фазы адаптации детей к образовательной среде свидетельствуют о том, что на 2–3-й неделях обучения уровень функциональной активности их организма при реализации дополнительной информационной нагрузки существенно выше, чем на 6–7-й и особенно 15–16-й неделях учебного года. В конце второй четверти в условиях тестовых информационных нагрузок отмечалась тенденция менее значительного повышения уровня рабочей активации ЦНС, снижения напряженности механизмов регуляции ФС, активности симпатического отдела ВНС и ситуативной тревожности на фоне существенного улучшения эффективности когнитивной деятельности. Повышение эффективности деятельности в сочетании со снижением степени выраженности физиологических и субъективных реакций организма на информационную нагрузку по мере увеличения продолжительности обучения в школе свидетельствует о существенном снижении физиологической цены адаптации первоклассников к образовательной среде.

К 15–16-й неделям учебного года при работе с комфортной скоростью возвращается умеренное напряжение механизмов регуляции ФС у большинства школьников, что говорит о развитии у них продуктивной напряженности, для которой характерно преобладание системы неэмоциональной активации, связанной с энергетической составляющей деятельности [3, 8].

Поскольку наиболее выраженное снижение психофизиологической цены деятельности наблюдалось у детей при работе в режиме автотемпа, можно полагать, что к 15–16-й неделям обучения создаются благоприятные условия для формирования состояния функционального комфорта, характеризующегося достижением оптимального уровня активации, обеспечивающего высокую продуктивность познавательной деятельности при положительном к ней эмоциональном отношении [12]. Это состояние может служить индикатором соответствия условий образовательной среды функциональным возможностям ребенка, а также его психологическим особенностям.

Вместе с тем при работе с максимальной скоростью у первоклассников на 15–16-й неделях обучения сохраняется выраженное напряжение механизмов регуляции ФС, характерное для состояния психологического стресса. Сходные психофизиологические

изменения отмечают у детей и другие исследователи при выполнении деятельности в максимально быстром темпе. Анализируемые сдвиги показателей ФС указывают на то, что в процессе реализации информационной нагрузки с максимальной скоростью в условиях дефицита времени у детей наблюдается доминирование подсистемы эмоциональной активации, связанной с гиппокампом и лимбическими структурами мозга [3, 8, 10]. Следует отметить, что изменения рассматриваемых психофизиологических переменных, зарегистрированных при работе в максимальном темпе, сопоставимы с изменениями, выявленными другими авторами у детей при психологическом стрессе, воспроизводимом в лабораторных условиях и в естественных ситуациях, вызывающих выраженное эмоциональное напряжение [13–15, 18, 19, 20]. Это дает основание полагать, что реализация информационной нагрузки с максимальной скоростью при наличии звуковых помех и в условиях «угрозы наказания» оказывает выраженное стрессогенное воздействие на детей 6–7 лет не только на фоне неустойчивого приспособления к обучению в школе, но и после наступления фазы относительно устойчивой адаптации.

В заключение необходимо отметить, что, поскольку приспособительные возможности первоклассников весьма ограничены, стрессорное воздействие, обусловленное в первые недели обучения чрезмерно высокими информационными и эмоциональными нагрузками, может привести к замедлению процесса перехода физиологических систем на новый уровень регулирования на фоне большего функционального напряжения организма. Поэтому в целях улучшения ФС в условиях напряженных информационных нагрузок, укрепления здоровья и повышения эффективности познавательной деятельности детей необходимо с первых недель систематического обучения в школе применять комплекс мер физиолого-гигиенического, социально-педагогического и психопрофилактического характера, направленных на повышение экологичности образовательной среды и оптимизацию процесса адаптации к обучению в школе.

### **Заключение**

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в первые недели учебного года у первоклассников отмечается повышенный уровень фоновой активированности и эрготропная настройка ВНС. Показано, что в процессе адаптации к образовательной среде уровень активации в состоянии спокойного бодрствования постепенно снижается.

Установлено, что в начале систематического обучения в школе дополнительные информационные нагрузки вызывают у детей 6–7 лет существенное повышение уровня общей активации ЦНС, напряженность корково-стволовых и лимбико-ретикулярных механизмов регуляции ФС, сдвиг вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, усиление центральных регу-

ляторных влияний на сердечный ритм, стимуляцию системной гемодинамики, а также возрастание уровня ситуативной тревожности.

Выявлено, что переход от выполнения тестовой информационной нагрузки с комфортной скоростью к работе с максимальной скоростью сопровождается снижением качественных показателей работоспособности, повышением активности симпатического отдела ВНС и психофизиологических затрат на переработку значимой информации. Это указывает на то, что физиологическая цена работы в комфортном режиме ниже, чем нагрузки, выполняемой в максимальном темпе.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в фазу ориентировочного приспособления детей 6–7 лет к систематическому обучению в школе тестовая информационная нагрузка вызывает выраженные изменения ФС, характерные для стрессовой реакции. По мере развития процесса адаптации к образовательной среде у детей в условиях информационных нагрузок наблюдалась тенденция менее значительных изменений рассматриваемых вегетативных показателей ФС на фоне существенного улучшения эффективности когнитивной деятельности. Эта тенденция была наиболее выражена в условиях работы с комфортной скоростью. Вместе с тем на всех рассматриваемых этапах адаптации к образовательной среде информационные нагрузки, выполняемые с максимальной скоростью в условиях дефицита времени, носят стрессогенный характер. Это вызывает необходимость повышения экологичности образовательной среды за счет четкого нормирования интенсивных информационных нагрузок, особенно в первые недели адаптации к обучению в школе.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 17-06-00162а «Оздоровительная эффективность занятий физическими упражнениями в начальной школе при напряженных когнитивных нагрузках».*

#### Список литературы

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам / под ред. А. Г. Хрипковой, М. В. Антроповой. М.: Педагогика, 1982. 240 с.
2. Брызгунов И. П., Михайлов А. Н., Столярова Е. В. Посттравматическое стрессовое расстройство у детей и подростков. М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2008. 144 с.
3. Данилова Н. Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 2012. 368 с.
4. Дубровинская Н. В., Фарбер Д. А., Безруких М. М. Психофизиология развития: психофизиологические основы детской валеологии. М.: Владос, 2000. 144 с.
5. Илюхина В. А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. 368 с.
6. Костяк Т. В. Психологическая адаптация первоклассников. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 176 с.
7. Кучма В. Р., Ткачук Е. А., Тармаева И. Ю. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95, № 12. С. 1183–1188.

8. Мачинская Р. И. Управляющие системы мозга // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2015. Т. 65, № 1. С. 33–60.

9. Поляшова Н. В., Соловьев А. Г., Новикова И. А. Адаптационный потенциал младших школьников и его взаимосвязь с параметрами физического развития // Экология человека. 2008. № 2. С. 34–38.

10. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / под ред. Д. А. Фарбер, М. М. Безруких. М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2009. 432 с.

11. Физиология развития ребенка: руководство по возрастной физиологии / под ред. М. М. Безруких, Д. А. Фарбер. М.: Изд-во Московского психолого-социального института. 2010. 768 с.

12. Чайнова Л. Д., Назарова К. А., Чайнов В. И. Концепция функционального комфорта работающего человека – теоретическая основа современного дизайна // Вестник РГГУ. Серия: психология, педагогика, образование. 2015. № 1. С. 125–133.

13. Boyce W. T., Quas J., Alkon A., Smider N. A., Essex M. J., Kupfer D. J. Autonomic reactivity and psychopathology in middle childhood // Br. J. Psychiatry. 2001. Vol. 179, N 2. P. 144–150.

14. Chen E., Matthews K. A., Salomon K., Ewart C. K. Cardiovascular reactivity during social and nonsocial stressors: do children's personal goals and expressive skills matter? // Health Psychol. 2002. Vol. 21, N 1. P. 16–24.

15. Escobar M., Alarcón R., Blanca M. J., Fernández-Baena F. J., Rosel J. F., Trianes M. V. Daily stressors in school-age children: a multilevel approach // Sch. Psychol. Q. 2013. Vol. 28, N 3. P. 227–238.

16. Everly G., Latin J. A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response. NY: Springer, 2013. 486 p.

17. Galanti M. R., Hultin H., Dalman C., Engström K., Ferrer-Wreder L., Forsell Y., Karlberg M., Lavebratt C., Magnusson C., Sundell K., Zhou J., Almroth M., Raffetti E. School environment and mental health in early adolescence – a longitudinal study in Sweden (KUPOL) // BMC Psychiatry. 2016. Vol. 16, N 16. P. 243.

18. Obradović J., Bush N. R., Stampertahl J., Adler N. E., Boyce W. T. Biological sensitivity to context: the interactive effects of stress reactivity and family adversity on socioemotional behavior and school readiness // Child Dev. 2010. Vol. 81, N 1. P. 270–289.

19. Quas J. A., Yim I. S., Oberlander T. F., Nordstokke D., Essex M. J., Armstrong J. M., Bush N., Obradović J., Boyce W. T. The symphonic structure of childhood stress reactivity: patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge // Dev. Psychopathol. 2014. Vol. 26, N 4. P. 963–982.

20. Verhaaren H. A., Schieken R. M., Schwartz P., Mosteller M., Matthys D., Maes H., Beunen G., Vlietinck R., Derom R. Cardiovascular reactivity in isometric exercise and mental arithmetic in children // J. Appl. Physiol. 1994. Vol. 76, N 1. P. 146–150.

#### References

1. *Adaptatsiya organizma uchashchikhsya k uchebnoi i fizicheskoj nagruzkam* [Adaptation of the body of students to the educational and physical loads]. Eds. A. G. Khripkova, M. V. Antropova. Moscow, 1982, 240 p.
2. Bрызгунов И. П., Михайлов А. Н., Столярова Е. В. *Posttraumaticheskoe stressovoe rasstroistvo u detei i podrostkov* [Post-traumatic stress disorder in children and adolescents]. Moscow, 2008, 144 p.



3. Danilova N. N. *Psikhofiziologiya* [Psychophysiology]. Moscow, 2012, 368 p.
4. Dubrovinskaya N. V., Farber D. A., Bezrukikh M. M. *Psikhofiziologiya razvitiya: psikhofiziologicheskie osnovy detskoj valeologii* [Developmental psychophysiology: psychophysiological foundations of children's valeology]. Moscow, 2000, 144 p.
5. Ilyukhina V. A. *Psikhofiziologiya funktsional'nykh sostoyanii i poznavatel'noi deyatel'nosti zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Psychophysiology of functional states and cognitive activity of a healthy and sick person]. Saint Petersburg, 2010, 368 p.
6. Kostyak T. V. *Psikhologicheskaya adaptatsiya pervoklassnikov* [Psychological adaptation of first-graders]. Moscow, 2008, 176 p.
7. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Tarmaeva I.Yu. Psychophysiological state of children in conditions of informatization of their vital functions and intensification of education. *Gigiena i Sanitariya*. 2016, 95 (12), pp. 1183-1188. [In Russian]
8. Machinskaya R. I. Control systems of the brain. *Zhurnal Vyshei Nervnoi Deyatel'nosti Imeni I. P. Pavlova*. 2015, 65 (1), pp. 33-60. [In Russian]
9. Polyashova N. V., Soloviev A. G., Novikova I. A. Adaptation potential of younger schoolchildren and its interrelation with the parameters of physical development. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 2, pp. 34-38. [In Russian]
10. *Razvitie mozga i formirovanie poznavatel'noi deyatel'nosti rebenka* [Development of the brain and the formation of cognitive activity of the child]. Eds. D. A. Farber, M. M. Bezrukikh. Moscow, 2009, 432 p.
11. *Fiziologiya razvitiya rebenka: rukovodstvo po vozrastnoi fiziologii* [Physiology of Child Development: A Guide to Age Physiology]. Eds. M. M. Bezrukikh, D. A. Farber. Moscow, 2010, 768 p.
12. Chainova L. D., Nazarova K. A., Chainov V. I. The concept of functional comfort of a working person is the theoretical basis of modern design // *Vestnik RGGU. Seriya: psikhologiya, pedagogika, obrazovanie* [RSUH/RGGU Bulletin, Psychology. Pedagogics. Education]. 2015, 1, pp. 125-133. [in Russian]
13. Boyce W. T., Quas J., Alkon A., Smider N. A., Essex M. J., Kupfer D. J. Autonomic reactivity and psychopathology in middle childhood. *Br. J. Psychiatry*. 2001, 179 (2), pp. 144-150.
14. Chen E., Matthews K. A., Salomon K., Ewart C. K. Cardiovascular reactivity during social and nonsocial stressors: do children's personal goals and expressive skills matter? *Health Psychol.* 2002, 21 (1), pp. 16-24.
15. Escobar M., Alarcón R., Blanca M. J., Fernández-Baena F. J., Rosel J. F., Trianes M. V. Daily stressors in school-age children: a multilevel approach. *Sch. Psychol. Q.* 2013, 28 (3), pp 227-238.
16. Everly G., Latin J. A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response. *NY, Springer*, 2013, 486 p.
17. Galanti M. R., Hultin H., Dalman C., Engström K., Ferrer-Wreder L., Forsell Y., Karlberg M., Lavebratt C., Magnusson C., Sundell K., Zhou J., Almroth M., Raffetti E. School environment and mental health in early adolescence - a longitudinal study in Sweden (KUPOL). *BMC Psychiatry*. 2016, 16 (16), p. 243.
18. Obradović J., Bush N. R., Stamperdahl J., Adler N. E., Boyce W. T. Biological sensitivity to context: the interactive effects of stress reactivity and family adversity on socioemotional behavior and school readiness. *Child Dev.* 2010, 81 (1), pp. 270-289.
19. Quas J. A., Yim I. S., Oberlander T. F., Nordstokke D., Essex M. J., Armstrong J. M., Bush N., Obradović J., Boyce W. T. The symphonic structure of childhood stress reactivity: patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge. *Dev. Psychopathol.* 2014, 26 (4), pp. 963-982.
20. Verhaaren H. A., Schieken R. M., Schwartz P., Mosteller M., Matthys D., Maes H., Beunen G., Vlietinck R., Derom R. Cardiovascular reactivity in isometric exercise and mental arithmetic in children. *J. Appl. Physiol.* 1994, 76 (1), pp. 146-150.

#### Контактная информация:

Криволапчук Игорь Альерович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией физиологии мышечной деятельности и физического воспитания ФГБНУ «Институт возрастной физиологии» РАО

Адрес: 119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8, корп. 2  
E-mail: i.krivolapchuk@mail.ru