

DOI: 10.12731/wsd-2017-2-109-120

УДК 159.91+612.825

## **ВЛИЯНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ И БИОУПРАВЛЕНИЯ НА АКТИВАЦИЮ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОК**

*Лисова Н.А., Шилов С.Н., Муллер Т.А.*

***Цель.** Изучить особенности активационных процессов и вегетативного статуса девушек-студенток в ситуации психоэмоционального напряжения и после курсового применения игрового биоуправления.*

***Материалы и методы.** В исследовании участвовали 22 студентки в возрасте от 18 до 21 года. Регистрация физиологических параметров проводилась с информированного согласия испытуемых. Использовались методы: омега-метрии, вариационной кардиоинтервалографии, игрового биоуправления по частоте сердечных сокращений.*

***Результаты.** В ситуации психоэмоционального напряжения у 50% студенток обнаружен неоптимальный уровень активации лобной коры, выражающиеся в чрезмерной экспрессии, либо в снижении суммарных показателей постоянного потенциала. Со стороны вегетативной системы наблюдалось усиление симпатических влияний на сердечную деятельность по сравнению с фоновыми значениями, в структуре сердечного ритма выявлено преобладание центрального контура регуляции. Отмечено выраженное напряжение регуляторных механизмов у 82% испытуемых. После прохождения курса из 10 сеансов биоуправления у всех студенток наблюдалась нормализация показателей активационных влияний на кору головного мозга и вегетативной регуляции сердечного ритма.*

***Заключение.** Таким образом, индивидуальные особенности активации и нейровегетативной регуляции сердечного ритма являются важными индикаторами функциональных возможностей и успешности адаптации организма студенток в ситуации психоэмоционального напряжения.*

***Ключевые слова:** активационные процессы; постоянный потенциал; вегетативная регуляция кардиоритма; психоэмоциональный стресс; адаптационные механизмы; биоуправление.*

## INFLUENCE OF PSYCHO-EMOTIONAL LOAD AND BIOFEEDBACK ON THE ACTIVATION OF CEREBRAL CORTEX AND VEGETATIVE REGULATION OF HEART RATE IN FEMALE STUDENTS

*Lisova N.A., Shilov S.N., Muller T.A.*

**Background:** *To study the features of activation processes and vegetative status of the female students in a situation of emotional stress and after a course of game biofeedback.*

**Materials and methods:** *The study involved 22 students aged between 18 to 21 years. Registration of physiological parameters was carried out with the informed consent of the subjects. Methods were used: omegametry, variation cardiointervalography, game biofeedback on heart rate.*

**Results:** *In the situation of emotional stress in 50 % of students discovered a suboptimal level of activation of the frontal cortex, manifested as excessive expression or the reduction of total indicators of DC-potential. From the side of the autonomic system were increased sympathetic influences on cardiac function compared to baseline values, the structure of heart rate revealed the predominance of central regulation contour. It is noted that expressed tension of regulatory mechanisms in 82% of subjects. After a course of 10 sessions of biofeedback in all students were observed normalization of activation effects on the cerebral cortex and vegetative regulation of the heart rate.*

**Conclusion:** *Thus, the individual characteristics of activation and autonomic regulation of heart rate are important indicators of the functionality and success of adaptation of students in a situation of emotional stress.*

**Keywords:** *activation processes; DC-potential; vegetative regulation of heart rate; psycho-emotional stress; adaptation mechanisms; biofeedback.*

### Введение

Период обучения в ВУЗе сопровождается повышенной информационной и эмоциональной нагрузкой, которая выступает сильным стрессогенным фактором [1]. В ряде случаев индивидуальная реакция на испытываемые трудности достигают такой степени, что возникает реальная угроза срыва адаптационных механизмов и развития психосоматиче-

ских расстройств [2]. Особенно это актуально для девушек-студенток, в связи с их более высоким уровнем тревожности и эмоциональной чувствительности по сравнению с юношами. На почве нервного напряжения в период экзаменов у студенток возможны нарушения сна, пищеварения, менструального цикла корково-галамического генеза [1].

Одним из элементов определяющих состояние адаптационных резервов организма являются активационные процессы [3]. Показано, что от активности взаимомодулирующих влияний коры и подкорковых структур головного мозга зависит обмен питательными веществами и продуктами метаболизма, что существенно влияет на эффективность процесса учебной деятельности [4–6]. Интегральным показателем уровня активации систем обеспечения покоя, ВПФ и поведения является величина устойчивого или омега-потенциала (ОП) милливольтового диапазона, частотой от 0 до 0,05 Гц [7–9]. Фоновая величина ОП отражает уровень бодрствования, локальных и общих энергозатрат, является надежным индикатором состояния переутомления [10–12].

Одним из методов тренировки стрессоустойчивости, саморегуляции и снижения уровня тревожности технология игрового биоуправления (ИБ) [13]. Основной задачей биоуправления является обучение навыкам саморегуляции, обратная связь делает доступной информацию, в обычных условиях человеком не воспринимаемую [14, 15]. Показана высокая эффективность биоуправления с контролем кардиоритма в повышении качества операторской деятельности [16], спорте, реабилитации больных гипертонией, ПТСР и другими психосоматическими расстройствами [17].

В связи вышесказанным, оценка физиологических особенностей индивидуального реагирования на стрессогенную ситуацию и формирования саморегуляторных навыков у студентов представляется высоко актуальной.

**Цель исследования** – изучить особенности активационных процессов лобной коры головного мозга и вегетативной регуляции у девушек-студенток в межсессионный период, во время экзамена и после прохождения курса биоуправления по частоте сердечных сокращений.

### **Материалы и методы исследования**

В опытно-экспериментальной работе приняли участие 22 студентки очной формы обучения, средний возраст испытуемых составил  $20,4 \pm 0,8$  лет. Обследование проводилось с информированного согласия испытуемых.

Для регистрации интегрального параметра уровней активации лобной коры головного мозга, использован компьютерно-аппаратный комплекс «Омега-тестер ОТ-2» [18]. Выделялось три уровня активности для правого и левого полушария: I уровень: величина ОП от 0 до 20 мВ, II уровень: величина ОП от 20 до 40 мВ, III уровень: величина ОП от 40 мВ до 60 мВ [19].

Параметры сердечного ритма оценивались методом кардиоинтервалографии в условиях покоя с записью 128 кардиоинтервалов с использованием устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30-«Психофизиолог». Фиксировались следующие параметры статистических и спектральных характеристик сердечного ритма: частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), общая мощность спектра (TP), очень низкочастотные колебания (VLF); низкочастотные колебания (LF); высокочастотные колебания (HF); баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм (LF/HF), средняя длительность R-R интервалов (RRNN); стандартное отклонение величин R-R интервалов (SDNN), индекс централизации управления ритмом (ИЦ).

С целью обучения студенток навыкам саморегуляции был использован аппаратно-программный комплекс «Бос-пульс профессиональный». Курс ИБ состоял из 10 сессий общей продолжительностью 20–30 минут каждая.

Проверка достоверности различия связанных парных выборок проводилась по T-критерию Уилкоксона и Хи-квадрат. Обработка результатов осуществлялась с помощью программного пакета Statistica 6.0 и электронных таблиц MS Excel 2010.

### **Результаты исследования и обсуждение**

Проведенное исследование уровней активации коры головного мозга (таблица 1) показало, что в межсессионный период большинство студенток (81,8%) характеризовалось оптимальным уровнем активации лобных отделов головного мозга со средними значениями  $29,96 \pm 2,02$  мВ левого полушария и  $33,03 \pm 2,52$  мВ правого полушария, в 18,2% случаев выявлен низкий средний уровень омега-потенциала. Чрезмерная экспрессия омега-потенциала не наблюдалась. Отмечено значимое ( $p < 0,05$ ) различие уровня активации в фоне и перед испытанием. Перед экзаменом у 45,5% студенток уровень омега-потенциала находился на низком уровне в пределах 10–20 мВ, еще у 4,5% наблюдалось увели-

чение ОП до уровня 40 мВ и выше, что может являться индикатором значительного напряжения и срыва адаптационных механизмов [9]. Оптимальный уровень активации во время экзаменационного испытания наблюдался у половины студенток. Характерным изменением после сеансов ИБ можно назвать отсутствие как недостаточной, так и избыточной активации ЦНС. У всех студенток ОП соответствовал оптимальному уровню, в среднем  $28,54 \pm 2,30$  мВ для левого и  $32,11 \pm 3,08$  мВ для правого полушария.

Таблица 1.

**Распределение величины омега-потенциала по уровням у студенток в фоне, на экзамене, после тренинга биоуправления**

N=22	Величина омега-потенциала в левом и правом полушарии (мВ)					
	Низкий		Средний		Высокий	
	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП
Фон (1)	$12,63 \pm 2,34$ n=3	$16,08 \pm 0,78$ n=5	$28,84 \pm 1,44$ n=17	$29,75 \pm 1,41^*$ n=16	$42,60 \pm 3,39$ n=2	$40,12$ n=1
Перед экзаменом (2)	$12,63 \pm 1,19$ n=10	$11,68 \pm 1,06$ n=10	$26,97 \pm 1,31^{**}$ n=11	$25,85 \pm 1,50^{**}$ n=11	$41,15$ n=1	$57,13$ n=1
После ИБ (3)	-	-	$27,1 \pm 1,09^{***}$ n=20	$29,7 \pm 1,78^{***}$ n=20	-	-

Примечание: достоверно при  $p < 0,05$ : \* – между 1 и 2, \*\* – между 2 и 3, \*\*\* – между 1 и 3.

Данные анализа вариабельности сердечного ритма (таблица 2) выявили усиление симпатических влияний в ситуации психоэмоциональной нагрузки и возрастании действия парасимпатического звена после тренинга ИБ. В состоянии покоя у исследуемых установлен достоверный ( $p < 0,001$ ) рост величины ЧСС в покое ( $79,38 \pm 1,94$  уд./мин.) и при психоэмоциональном напряжении ( $84,75 \pm 4,51$  уд./мин.). Что соответствует результатам ранее проведенных исследований, анализирующих функциональное состояние студентов на экзамене [20]. Заметно снизился этот показатель после курса ИБ ( $72,50 \pm 1,69$  уд./мин.). Изменение длительности кардиоинтервалов (RRNN) и их стандартного отклонения (SDNN), также указывают на снижение вариабельности ритма в напряженной обстановке и заметное повышение ее после тренинга саморегуляции.

Таблица 2.

**Показатели вариабельности сердечного ритма у студенток в фоне,  
на экзамене, после тренинга биоуправления**

Показатель	Фон (1)	Перед экзаменом (2)	После ИБ (3)
ЧСС, уд/мин	79,38 ± 1,94 *	84,75 ± 4,51 **	72,50 ± 1,69 ***
RRNN, мс	758,75 ± 5,61	723,87 ± 14,76**	829,00 ± 18,73***
SDNN, мс	57,63 ± 5,76	57,25 ± 6,11	70,75 ± 11,21
TP, мс <sup>2</sup>	4131,63 ± 9,71	3261,38 ± 8,82 **	5976,75 ± 7,04***
VLF, мс <sup>2</sup>	1470,38 ± 4,91	985,88 ± 2,07	1754,00 ± 4,41
LF, мс <sup>2</sup>	1654,38 ± 5,20	1604,38 ± 5,43	1788,25 ± 3,28
HF, мс <sup>2</sup>	1131,63 ± 2,93	660,50 ± 2,60 **	2434,63 ± 1,83***
VLF, %	33,00 ± 2,50	34,88 ± 4,56	28,13 ± 3,34
LF, %	37,75 ± 2,40	44,25 ± 3,40 **	28,75 ± 1,91
HF, %	29,25 ± 1,19	20,62 ± 2,32**	43,25 ± 2,20***
LF/HF, усл. ед.	3,18 ± 1,17	3,52 ± 1,57 **	0,93 ± 0,28 ***
ИИ, усл. ед.	95,63 ± 7,91 *	141,38 ± 11,28 **	69,00 ± 5,72
ИЦ, усл. ед.	5,67 ± 1,59	6,91 ± 2,63**	2,68 ± 0,71

Примечание: достоверно при  $p < 0,05$ : \* – между 1 и 2, \*\* – между 2 и 3, \*\*\* – между 1 и 3.

Анализ соотношения мощности дыхательных волн и медленных волн первого порядка, а так же индекса вагосимпатического баланса позволил отметить смещение баланса вегетативной регуляции в сторону симпатикотонии на экзамене в сравнении с фоном ( $p < 0,01$ ). Перед испытанием у студенток наблюдалось возрастание процентных долей LF и VLF, индекса централизации (ИЦ), что говорит о преобладании активности центрального контура регуляции над автономным. После прохождения тренинга игрового биоуправления у большинства испытуемых зафиксировано преобладание вагусных влияний на деятельность сердца.

Было замечено, что у части студенток (23 %) во время экзамена наблюдалось снижение индекса напряжения до значений ниже 60 условных единиц. В данной категории испытуемых вегетативный показатель ритма был смещен в сторону преобладания парасимпатической регуляции, что может свидетельствовать о тропотропной направленности их деятельности в результате хронической усталости или перенапряжения [20, 21].

Комплексная оценка функционального состояния испытуемых показала, что 78,6% испытуемых с низким и 50% с высоким уровнем активации лобной коры преимущественно характеризуются выраженным

напряжением регуляторных систем. В группе с оптимальным уровнем активации 80% испытуемых имели оптимальное и умеренное напряжение регуляторных систем. В целом же в межсессионный период признаки неоптимального реагирования наблюдались у 68% испытуемых, в период сессии эта цифра достигала 82%, после тренинга игрового биоуправления данный показатель снизился до 52%.

### **Заключение**

Таким образом, можно заключить, что смещение активационных влияний в сторону неоптимальных значений (как низких, так и высоких) при воздействии психоэмоциональной нагрузки является индикатором возникновения перенапряжения и срыва регуляторных механизмов организма студентов. Обучение навыкам произвольной саморегуляции оказывает значительный нормализующий эффект в отношениях корково-подкорковых механизмов регуляции уровня бодрствования и показателей вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, приводит к улучшению функционального состояния организма и психической деятельности. Выявленные особенности работы модулирующих систем представляется возможным использовать в дальнейшем для выявления групп риска дезадаптивных расстройств и планирования профилактических мероприятий по их предотвращению.

### **Список литературы**

1. Нефедовская Л.В. Состояние и проблемы здоровья студенческой молодежи. М.: Литтерра, 2007. 192 с.
2. Аксёнов М.М., Жигинас Н.В., Петрова Ю.В. Посттравматическое стрессовое расстройство при некоторых видах профессиональной деятельности: постановка проблемы // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2014. № 5 (146). С. 117–122.
3. Койнова Т.Н. Преобразование предметного педагогического действия на основе мониторинга нейрофизиологических изменений у школьников в процессе учебной деятельности: Методическое пособие. Абакан: Хакасское книжное издательство, 2007. 52 с.
4. Кирсанов В.М., Шибкова Д.З. Показатели энергетического метаболизма головного мозга (уровень постоянного потенциала) студентов различных профилей обучения // Новые исследования. 2013. №3 (36). С. 27–33.
5. Котова С.А. Психофизиологические механизмы обеспечения эффективности обучения студентов: монография. СПб.: ВВМ, 2011. 47 с.

6. Лаврова М.Г. Индивидуально-типологические особенности протекания состояния напряжения студентов во время сессии: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. Одесса, 2013. 34 с.
7. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) / Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Большевидцева И.Л., Старцева Л.Ф. // Экология человека. 2015. №10. С. 27–36.
8. Neurofeedback of slow cortical potentials: neural mechanisms and feasibility of a placebo-controlled design in healthy adults / Gevensleben H., Albrecht B., Lütcke H., Auer T., Dewiputri W. I., Schweizer R., Rothenberger A. // *Frontiers in Human Neuroscience*, 2014, vol. 8, no. 943, pp. 1–15. doi: 10.3389/fnhum.2014.00990.
9. Neurofeedback of slow cortical potentials as a treatment for adults with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder / Mayer K., Blume F., Wyckoff S. N., Brokmeier L. L. Strehl U. // *Clinical Neurophysiology*, 2016, vol. 127, no. 2, pp. 1374–1386. doi: 10.1016/j.clinph.2015.11.013.
10. Проблема адаптации и реадaptации к школьным нагрузкам. Роль нейрометаболизма, активационных процессов головного мозга и темпераментальных характеристик / Бедерева Н.С., Шилов С.Н., Игнатова И.А., Покидышева Л.И. // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2014. №1 (27). С. 151–155.
11. Murik S. The use of DCEEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation // *World Journal of Neuroscience*, 2012, no. 2, pp. 172–182. doi: 10.4236/wjns.2012.23027.
12. Coherent slow cortical potentials reveal a superior localization of resting-state functional connectivity using voltage-sensitive dye imaging // Li B., Liu R., Huang Q., Lu J., Luo Q., Li P. *Neuroimage*, 2014, vol. 91, pp. 162-168. doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.01.004.
13. Heart rate variability biofeedback, self-regulation, and severe brain injury / Kim S. Rath J.F., McCraty R., Zemon V., Cavallo M. M., Foley F.W. // *Biofeedback*, 2015, vol. 43, no. 1, pp. 6-14. doi: 10.5298/1081-5937-43.1.10.
14. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В. Физиологические основы методов функционального биоуправления // Экология человека. 2014. №9. С. 48–59.
15. Yu B. Adaptive biofeedback for mind-body practices // *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2016, pp. 260–264. doi: 10.1145/2851581.2859027.
16. Suvorov N. Psychophysiological Training of Operators in Adaptive Biofeedback Cardiorhythm Control // *The Spanish Journal of Psychology*, 2006, no. 9(2), pp. 193-200. doi: 10.1017/S1138741600006090.



17. Schwartz M.S., Andrasik F.E. Biofeedback: A practitioner's guide. 4rd ed. N. Y.: Guilford Press, 2015, 764 p.
18. Кожевников В.Н., Варлакова Я.В., Новиков В.Б., Тронин О.А. Аппаратно-программный комплекс омегаметрии // Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр. / Под. ред. А.И. Громыко, А.В. Сарафанова. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. С. 660–662.
19. Костылев А.Н. Динамика спонтанных сверхмедленных колебаний потенциалов в головном мозге в прогнозировании стресса // Риски и безопасность в интенсивно меняющемся мире. 2013. С. 67–69.
20. Деваев Н.П., Суворов В.В. Влияние психоэмоционального стресса на регуляцию сердечного ритма у студенток // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2010. № 1. С. 131–135.
21. Двоеносов В.Г. Особенности функционального и психологического состояния студентов с различным вегетативным тонусом в условиях экзаменационного стресса // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. естеств. науки. 2009. Т. 151. №. 3. С. 255–265.

### References

1. Nefedovskaya L.V. *Sostoyanie i problemy zdorov'ya studencheskoy molodezhi* [The condition and health problems of students]. Moscow: Litterra Publ., 2007. 192 p.
2. Aksenov M.M., Zhiginas N.V., Petrova Yu.V. Posttraumaticheskoe stressovoe rasstroystvo pri nekotorykh vidakh professional'noy deyatel'nosti: postanovka problemy [Post-traumatic stressful frustration at some types of professional activity: problem statement]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Tomsk State Pedagogical University Bulletin], 2014, no. 5 (146), pp. 117–122.
3. Koynova T.N. *Preobrazovanie predmetnogo pedagogicheskogo deystviya na osnove monitoringa neyrofiziologicheskikh izmeneniy u shkol'nikov v protsesse uchebnoy deyatel'nosti* [Transformation of subject pedagogical action on the basis of monitoring neurophysiologic changes in schoolchildren during the process of learning activity]. Abakan, 2007. 52 p.
4. Kirsanov V.M., Shibkova D.Z. Pokazateli energeticheskogo metabolizma golovnogogo mozga (uroven' postoyannogo potentsiala) studentov razlichnykh profiley obucheniya [Indicators of energy metabolism brain (level of permanent capacity) students of different fields of study]. *Novye issledovaniya* [New research], 2013, no. 3 (36), pp. 27–33.

5. Kotova S.A. *Psikhofiziologicheskie mekhanizmy obespecheniya effektivnosti obucheniya studentov* [Psychophysiological mechanisms to ensure the effectiveness of student learning]. Saint-Petersburg: VVM Publ., 2011. 47 p.
6. Lavrova M.G. *Individual'no-tipologicheskie osobennosti prottekaniya sostoyaniya napryazheniya studentov vo vremya sessii* [Individual-typological peculiarities of the state of stress of the students during session]. Odessa, 2013. 34 p.
7. Deputat I.S., Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V., Bol'shevidtseva I.L., Startseva L.F. Analiz raspredeleniya urovnya postoyannogo potentsiala golovnogogo mozga v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya organizma (obzor) [Analysis of the DC-potential level in assessment of body functional state (review)]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2015, no.10, pp. 27–36.
8. Gevensleben H., Albrecht B., Lütcke H., Auer T., Dewiputri W.I., Schweizer, R., Rothenberger, A. Neurofeedback of slow cortical potentials: neural mechanisms and feasibility of a placebo-controlled design in healthy adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2014, vol. 8, no. 943, pp. 1–15. doi: 10.3389/fnhum.2014.00990.
9. Mayer K., Blume F., Wyckoff S.N., Brokmeier L.L. Strehl U. Neurofeedback of slow cortical potentials as a treatment for adults with Attention Deficit-/Hyperactivity Disorder. *Clinical Neurophysiology*, 2016, vol. 127, no. 2, pp. 1374–1386. doi: 10.1016/j.clinph.2015.11.013.
10. Bedereva N.S., Shilov S.N., Ignatova I.A., Pokidyshcheva L.I. Problema adaptatsii i readaptatsii k shkol'nym nagruzkam. Rol' neyrometabolizma, aktivatsionnykh protsessov golovnogogo mozga i temperamental'nykh kharakteristik [Problem of adaptation and readaptation to school loads. Role of neurometabolism, activation processes of brain and temperamental characteristics]. *Vestnik KGPU im. V. P. Astaf'eva* [Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University], 2014, no.1 (27), pp. 151–155.
11. Murik S. The use of DCEEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation. *World Journal of Neuroscience*, 2012, no. 2, pp. 172–182. doi: 10.4236/wjns.2012.23027.
12. Li B., Liu R., Huang Q., Lu J., Luo Q., Li P. Coherent slow cortical potentials reveal a superior localization of resting-state functional connectivity using voltage-sensitive dye imaging. *Neuroimage*, 2014, vol. 91, pp. 162–168. doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.01.004.
13. Kim S. Rath J.F., McCraty R., Zemon V., Cavallo M. M., Foley F. W. Heart rate variability biofeedback, self-regulation, and severe brain injury. *Biofeedback*, 2015, vol. 43, no.1, pp. 6–14. doi: 10.5298/1081-5937-43.1.10.

14. Demin D.B., Poskotinova L.V. Fiziologicheskie osnovy metodov funktsional'nogo bioupravleniya [Physiological basis of methods of functional biofeedback]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2014, no. 9, pp. 48–59.
15. Yu B. Adaptive biofeedback for mind-body practices. *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2016, pp. 260-264. doi: 10.1145/2851581.2859027.
16. Suvorov N. Psychophysiological Training of Operators in Adaptive Biofeedback Cardiorhythm Control. *The Spanish Journal of Psychology*, 2006, no. 9 (2), pp. 193–200. doi: 10.1017/S1138741600006090.
17. Schwartz M.S., Andrasik F.E. *Biofeedback: A practitioner's guide*. 4rd ed. New York: Guilford Press, 2015. 764 p.
18. Kozhevnikov V.N., Varlakova I.V., Novikov V.B., Tronin O.A. *Apparatno-programmnyy kompleks omegametrit* [Hardware-software complex of omega-metry]. *Sovremennye problemy radioelektroniki* [Modern problems of radio electronics], Krasnoyarsk, 2004, pp. 660–662.
19. Kostylev A.N. Dinamika spontannykh sverkhmedlennykh kolebaniy potentsialov v golovnom mozge v prognozirovanii stressa [Dynamics of slow spontaneous potential fluctuations in brain to predict stress]. *Riski i bezopasnost' v intensivno menyayushchemsya mire* [Risks and Safety in the intensely changing world], 2013, pp. 67–69.
20. Devaev N.P., Suvorov V.V. Vliyaniye psikhoemotsional'nogo stressa na regulyatsiyu serdechnogo ritma u studentok [Influence of emotional stress on heart rate regulation in female students]. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova* [I.P.Pavlov Russian Medical Biological Herald], 2010, no. 1, pp. 131–135.
21. Dvoenosov V.G. Osobennosti funktsional'nogo i psikhologicheskogo sostoyaniya studentov s razlichnym vegetativnym tonusom v usloviyakh ekzamenatsionnogo stressa [Features of the functional and psychological state of students with different vegetative tonus in conditions of examination stress]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta.ser. Estestv. nauki* [Scientific notes of Kazan University. Series of Natural Sciences], 2009, vol. 151, no. 3, pp. 255–265.

#### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Лисова Надежда Александровна**, ассистент, аспирант

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева*

*ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация*  
*nadia.krs@yandex.ru*

**Шилов Сергей Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор  
*Красноярский государственный педагогический университет им.  
В.П. Астафьева*  
ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация  
*shiloff.serg@yandex.ru*

**Муллер Татьяна Андреевна**, ассистент, аспирант  
*Красноярский государственный педагогический университет им.  
В.П. Астафьева*  
ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация  
*p1381@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Lisova Nadezhda Aleksandrovna**, Assistant, Graduate Student  
*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev*  
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation  
*nadia.krs@yandex.ru*  
SPIN-code: 7043-1208  
ORCID: 0000-0002-6923-8039

**Shilov Sergey Nikolaevich**, MD, Professor  
*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev*  
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation  
*shiloff.serg@yandex.ru*  
SPIN-code: 7795-6988  
ORCID: 0000-0001-9132-6652

**Muller Tatyana Andreevna**, Assistant, Graduate Student  
*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev*  
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660060, Russian Federation  
*p1381@mail.ru*  
SPIN-code: 2450-5209  
ORCID: 0000-0002-8502-3433