

УДК 612.82+612.017.2

ЭФФЕКТИВНАЯ АДАПТАЦИЯ К СТРЕССОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ: РОЛЬ АКТИВАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ И ТИПОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Лисова Н. А.¹, Лукьянова А. А.², Кирко В. И.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО КГПУ им. В. П. Астафьева, Красноярск, Россия

²Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика

М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

E-mail: nadia.krs@yandex.ru

В статье представлено исследование вегетативного и церебрального энергообеспечения адаптационных реакций в ходе проведения сеанса игрового биоуправления как модели психоэмоциональной нагрузки у здоровых лиц 18–21 года. Испытуемые были разделены на 2 группы по степени эффективности прохождения тренинга: с высокой и низкой эффективностью адаптации к нагрузке. Для двух групп проведен сравнительный анализ функционального состояния по показателям вариабельности сердечного ритма и омега-потенциала головного мозга. Обнаружены существенные отличия в характере активационных механизмов и вегетативного обеспечения у лиц с разным уровнем успешности адаптации. Показано, что уровень активации коры головного мозга, межполушарная асимметрия, скорость зрительно-моторной реакции, вагосимпатический баланс и характеристики темперамента могут выступать предикторами эффективной адаптации к стрессогенной нагрузке.

Ключевые слова: темперамент, адаптационные реакции, стресс-нагрузка, омега-потенциал, активационные механизмы.

ВВЕДЕНИЕ

Успешность любой деятельности человека во многом определяется его способностью адаптироваться к условиям окружающей действительности, гибко изменяя свое поведение и эмоциональные реакции в соответствии с требованиями среды. Исследователями подчеркивается особое место пока еще малоизученного аспекта индивидуальных различий в физиологическом реагировании на условия повышенного эмоционального напряжения и их влияния на успешность деятельности человека [1, 2].

Известно, что адекватный уровень адаптации достигается только при достаточном адаптационном потенциале организма, который зависит как от имеющихся функциональных резервов, так и от экономичности их расходования т. е. от эффективности работы регуляторных систем [3, 4].

Функциональные изменения, происходящие в организме человека при нервно-психическом напряжении, обусловлены изменениями в центральной нервной системе (ЦНС). Уровень функционирования ЦНС представляет собой прогностический показатель, определяющий в значительной степени поведение организма и его возможности в процессе деятельности [5].

Считается, что одним из базисных параметров функционального состояния головного мозга, и его корковых отделов в частности, является величина устойчивого потенциала милливольтного диапазона (омега-потенциала), которая характеризует уровень активации исследуемых зон [6–8].

В соответствии с современными представлениями, свойства темперамента зависят от функциональных особенностей коры и подкорковых образований головного мозга, определяющих уровень бодрствования, реактивности, протекания когнитивных и эмоциональных процессов [9, 10].

Несмотря на то, что механизмы адаптационных реакций неспецифичны и стереотипны, итог адаптации для разных людей может значительно отличаться, поскольку характер реакции на одно и то же воздействие определяется индивидуальными особенностями нервной системы, функционального и психоэмоционального состояния каждого отдельно взятого человека, его адаптационными возможностями и ресурсами.

Одно из самых актуальных направлений современных физиологических исследований касается поиска взаимосвязей темперамента и индивидуального здоровья, стрессоустойчивости и адаптации [11, 12].

Вопрос эффективной адаптации к стрессовым факторам наиболее важен для молодежи, особенно девушек, в связи с наиболее высоким уровнем напряжения регуляторных механизмов при учебной и трудовой деятельности, длительным воздействием информационных и физических перегрузок, неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды [13, 14].

Анализ литературы по данной проблеме показал, что к настоящему времени не до конца ясна роль типологических свойств темперамента, функционального состояния ЦНС и механизмы их участия в физиологической реактивности при психоэмоциональных стресс-воздействиях [15, 16].

В связи с вышесказанным, **целью исследования** стал сравнительный анализ и оценка эффективности адаптационных реакции в условиях стресс-нагрузки у лиц юношеского возраста в зависимости от типа темперамента, нейровегетативной регуляции сердечного ритма и уровня активации коры головного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В обследовании участвовало 100 обучающихся женского пола из числа студентов 2–4 курсов гуманитарных специальностей в возрасте от 18 до 21 года. Исследование проводилось с информированного согласия участников и вне менструальной фазы цикла.

Определение типа темперамента проводилось с использованием тест-опросника DOTS (Dimensions of Temperament Survey) в модификации Ю. И. Савченкова, Е. Ю. Петросян [17] с выделением 3-х типов темперамента по индексу выраженности поведенческих проявлений (ИВПП), получаемому из суммы значений общей активности, чувствительности, интенсивности и настроения. Выделялось 3 типа темперамента: 1) низкоактивный «спокойный» (Сп); 2) среднеактивный «адекватный» (Ад); 3) высокоактивный «интенсивный» (Ин).

Определение уровней активации и функционального состояния корковых отделов головного мозга осуществлялось путем регистрации устойчивого омега-потенциала (ОП, мВ) в проекциях лобной коры головного мозга. Учитывались значения для левого полушария (К1) и правого полушария (К2), величина межполушарной асимметрии. Выделялось четыре уровня активации (УА): I уровень (низкий) – величина ОП от 0 до 20 мВ, II уровень (нормальный) – ОП от 20 до 40 мВ, III уровень (высокий) – ОП от 40 мВ до 60 мВ, IV уровень выделялся при асимметричной активации полушарий, когда значения ОП находились в пределах разных уровней.

Фиксировались параметры variability сердечного ритма: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), индекс напряжения регуляторных систем (ИН, у.е.), общая мощность спектра (ТР), мощность очень низкочастотных колебаний спектра (VLF, мс²); баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм (LF/HF, у.е.).

В качестве модели психоэмоциональной стресс-нагрузки и для оценки успешности адаптации и саморегуляции в условиях неопределенности использован аппаратно-программный комплекс игрового биоуправления «БОС-пульс профессиональный». Испытание проводилось с применением сюжета «Ралли» в течение 30 минут. На протяжении 4 попыток испытуемым необходимо было удерживать ЧСС на уровне ниже начальных значений и как можно быстрее реагировать на зрительные стимулы на экране компьютера, чтобы выиграть в автогонках. Специфика сюжета, позволяет использовать его для диагностики оптимальности распределения ресурсов организма в условиях неопределенности и повышенного эмоционального напряжения [18].

Все измеряемые параметры фиксировались до проведения теста, в период нагрузки и после 5 минут отдыха. Дополнительно к основным параметрам измерялось время реакции на зрительный стимул (RT, мс).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного пакета «Statistica 10.0». Достоверность различий между группами определялась с помощью критериев Манна-Уитни, Фишера. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве критерия успешности адаптации к стрессовым условиям выступала способность испытуемого контролировать частоту сердечных сокращений в ходе четырех тестовых попыток игрового биоуправления. По результатам исследования все тестируемые были разделены на две группы по степени эффективности адаптации:

1 группа «успешные»: частота сердечных сокращений уменьшилась по результатам четвертой тестовой попытки по сравнению с первой попыткой, либо изменения были незначительными (в пределах $\pm 5\%$ от фоновых значений).

2 группа «неуспешные»: положительный прирост ЧСС в четвертой попытке по сравнению с первой (более 10 %).

Анализ распределения по уровням активации показал, что наибольшей эффективности саморегуляции достигли лица с нормальным уровнем активации со значениями омега-потенциала в границах 20–40 мВ.

У лиц с гиперактивацией и асимметричной активацией в ходе исследования, отмечен самый резкий прирост ЧСС по сравнению с первой попыткой ($p=0,002$). Лица с низким уровнем активационных влияний характеризовались умеренным приростом ЧСС при значимо меньшем среднем значении пульса в сравнении с остальными уровнями активации ($p<0,001$).

До начала испытания отличия между группами наблюдалось в процентном соотношении испытуемых с оптимальной ($p<0,05$) и асимметричной активацией ($p<0,01$). В группе «успешных» количество лиц с II уровнем активации постепенно увеличивалось к концу испытания, в то время как доля неоптимальных уровней снижалась. Во второй группе имела место обратная тенденция: уменьшалось количество лиц с оптимальным функционированием ЦНС и увеличивалась доля с гипоактивацией и асимметричным уровнем.

Как видно из рисунка 1, имелись существенные различия в характере динамики омега-потенциала в ответ на эмоциональную нагрузку между группой 1 и группой 2.

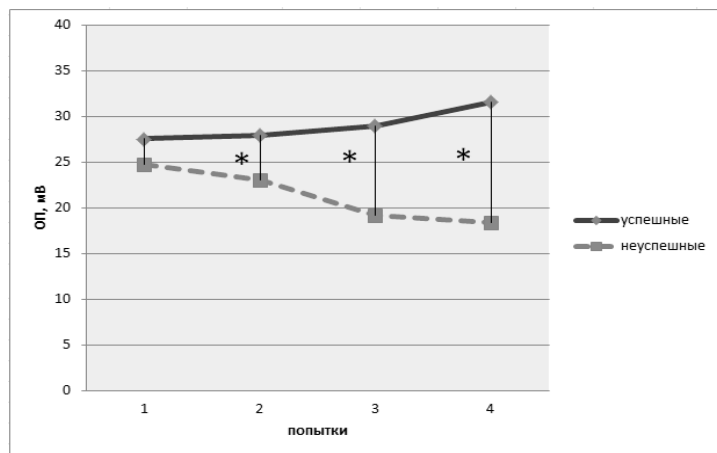


Рис. 1. Динамика омега-потенциала в группах с разной успешностью адаптации
Примечание: * – достоверность отличия по критерию Манна-Уитни при $p<0,05$

Динамика у лиц с низким уровнем саморегуляции характеризовалась депрессией уровня омега-потенциала, в то время, как в группе с высокой успешностью наблюдался прирост показателя ОП в среднем на 37 % по сравнению с начальным уровнем, что отражает усиление активационных влияний и большей функциональной включенности корковых представительств [19].

Распределение по уровню успешности в выделенных группах темперамента оказалось неравномерно (рис. 2): наиболее выраженные отличия в процентном соотношении числа лиц с высокой и низкой успешностью отмечались между высокоактивными и среднеактивными участниками исследования ($\varphi^*_{эмп}=2,012$,

$p=0,048$). Наибольший процент испытуемых, успешно справившихся с контролем функционального состояния был среди «адекватных» (63,8 %). Наименее успешны оказались «интенсивные» (25,8 %) лица.

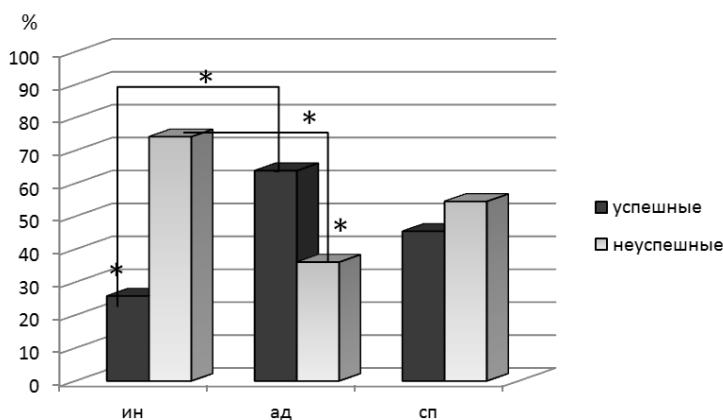


Рис. 2. Распределение «успешных» и «неуспешных» среди представителей типов темперамента

Примечание: * – достоверность отличия по критерию Фишера при $p < 0,05$

Сравнительный анализ по показателям сердечного ритма и скорости сенсомоторного реагирования (табл. 1) показал значимое отличие между группой 1 и 2.

Таблица 1

Физиологические показатели у лиц с различным уровнем успешности тренинга биоуправления

Показатель	Успешность адаптации		Достоверность различий (Z / p)
	Высокая (n=41)	Низкая (n=59)	
ОП левого полушария, мВ	31,62 ± 2,29	19,21 ± 1,42	2,28962 / 0,0164*
ОП правого полушария, мВ	25,92 ± 1,53	31,27 ± 2,75	3,12354 / 0,00541*
ЧСС, уд./мин.	74,19±1,25	79,46±1,33	2,21792 / 0,0265*
ИН, у. е.	118,20±12,32	120,47±15,02	-0,45612 / 0,6483
ТР, мс ²	4796,20±362,12	3652,23±356,21	1,78473 / 0,0731
LF/HF, у. е.	0,94±0,01	1,23±0,09	1,99173 / 0,0465*
VLF, мс ²	1405,05±170	737,00±98,63	2,25647/0,02136*
ИВПП, у.е.	69,50±1,59	75,16±1,57	-2,28962/0,01644*
RT, мс	594,47±39,21	503,93±25,38	2,15882 / 0,03064*

Примечание: * – достоверность различий определена по критерию Манна-Уитни

Частота сердечных сокращений и показатель вагосимпатического баланса оказались значимо меньше у «успешных», в то время как скорость реакции выше у «неуспешных», что возможно объясняется различием в исходном функциональном состоянии, которое в случае «успешных» определялось как более оптимальное с преобладанием процессов торможения и тонуса парасимпатического отдела нервной системы.

При сравнении групп с высоким и низким уровнем адаптации было обнаружено, что для лиц с высоким уровнем успешности характерны более низкие значения индекса темперамента ИВПП по сравнению с менее успешными ($p < 0,05$).

Под действием психоэмоциональной нагрузки у испытуемых обнаружено большее количество значимых корреляций исследуемых показателей. Стоит отметить наличие большего числа связей темперамента и омега-потенциала с такими показателями, как ЧСС ($r=0,37$), LF/HF ($r=0,66$), ИН ($r=0,37$), ТР ($r=-0,54$) при нагрузке, что указывает на наличие более тесной связи состояния центрального и автономного контура регуляции сердечного ритма при стрессе.

На основе полученных данных нами составлена сравнительная характеристика адаптационных реакций и физиологических показателей у лиц с высоким и низким уровнем эффективности адаптации (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение показателей и их динамики при нагрузке у лиц с разной эффективностью адаптации

Показатели	Эффективная адаптация	Неэффективная адаптация
Уровень активации	II	I, III, IV
Межполушарные отношения	доминирование левого полушария	доминирование правого полушария
Темпераментальные особенности	умеренная поведенческая активность	высокая или сниженная поведенческая активность
Изменение ЧСС при нагрузке	ЧСС ↓	ЧСС ↑
Изменение LF/HF при нагрузке	LF/HF ↓	LF/HF ↑
Изменение ИН при нагрузке	ИН ↑	ИН ↑↑
Изменение VLF при нагрузке	VLF ↑	VLF ↓
Изменение ОП при нагрузке	ОП ↑	ОП ↓↓
Восстановление после нагрузки	восстановление полное	восстановление неполное

Примечание: стрелками ↓ и ↑ показано направление изменений по сравнению с исходными значениями. Двойная стрелка указывает на значительный рост или снижение показателя (более 30 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, темперамент и его нейрофизиологическая основа – активационные процессы в системе кора-подкорка-кора оказывают влияние на успешность и физиологическую «цену» адаптации в условиях эмоциональной стресс-нагрузки.

Лица с оптимальным уровнем активации коры головного мозга и умеренной выраженностью поведенческих проявлений темперамента, низким напряжением регуляторных механизмов по показателям VLF, ИН, LF/HF успешнее справляются с адаптацией к стрессирующим условиям неопределенности в процессе игрового биоуправления.

Полученные результаты могут быть использованы с целью дифференциальной диагностики, выявления групп риска дезадаптивных расстройств и разработки превентивных мер, направленных на повышение адаптационных резервов организма.

Исследование выполнено в рамках регионального конкурса научных проектов междисциплинарных фундаментальных исследований, проводимого РФФИ совместно с Правительством Красноярского края. Проект «Полипарадигмальный и мультиэтнический подходы в оценке качества жизни населения как инструмент управления развитием человеческого потенциала формирующегося макрорегиона «Енисейская Сибирь» № 18-413-242002

Список литературы

1. Литвинова Н. А. Влияние индивидуально-типологических особенностей на адаптацию водителей / Н. А. Литвинова, А. И. Федоров, Е. М. Мухин, М. Г. Березина // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием. – 2017. – С. 187–188.
2. Stifter C. Temperament and developmental psychopathology / C. Stifter, J. Dollar // *Developmental psychopathology*. – 2016. – P. 1–62.
3. Флейшман А. Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены: Учебный атлас для врачей / А. Н. Флейшман. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 194 с.
4. Аль-Шаммари М. Я. И. Спектральный анализ вариабельности сердечного ритма у студентов-иностранцев / М. Я. И. Аль-Шаммари // Научный результат. Серия «Физиология». – 2016. – Т. 2., № 3 (9). – С. 26–31.
5. Байгужин П. А. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации / П. А. Байгужин, Д. З. Шибкова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 32–42.
6. Илюхина В. А. Сверхмедленные информационно-управляющие системы в интеграции процессов жизнедеятельности головного мозга и организма (Обзор) / В. А. Илюхина // *Физиология человека*. – 2013. – Т. 39, № 3. – С. 114–126.
7. Грибанов А. В. Церебральный энергообмен как маркер адаптивных реакций человека в природно-климатических условиях Арктической зоны Российской Федерации / А. В. Грибанов, Н. Ю. Аникина, А. Б. Гудков // *Экология человека*. – 2018. – № 8. – С. 32–40.
8. Murik S. E. Omegaelectroencephalography: formation history and diagnostic capabilities of the new method in electrophysiology / S. E. Murik // *The bulletin of Irkutsk State University. «Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series»*. – 2018. – No. 26. – С. 69–85.
9. Posner M. I. Temperament and brain networks of attention / M. I. Posner, M. K. Rothbart // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2018. – Vol. 373, No. 1744. – P. 20170254.

10. Pintzinger N. M. Temperament differentially influences early information processing in men and women: Preliminary electrophysiological evidence of attentional biases in healthy individuals / N. M. Pintzinger, D. M. Pfabigan, L. Pfau, I. Kryspin-Exner, C. Lamm // *Biological Psychology*. – 2017. – Vol. 122. – P. 69–79.
11. Хабарова И. В. Влияние темперамента, нейроэнергетического метаболизма и уровня активации коры головного мозга на психическое развитие младших школьников / И. В. Хабарова, Н. С. Бедерева, С. Н. Шилов // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2017. – № 3. – С. 43–55.
12. Gartstein M. A. Temperament and personality / M. A. Gartstein, S. P. Putnam, E. N. Aron, M. K. Rothbart // *Oxford handbook of treatment processes and outcomes in counseling psychology*. – 2016. – P. 11–41.
13. Yu M. The association between mental health problems and menstrual cycle irregularity among adolescent Korean girls / M. Yu, K. Han, G. E. Nam // *Journal of Affective Disorders*. – 2017. – Vol. 210. – P. 43–48.
14. Osório C. Adapting to stress: understanding the neurobiology of resilience / C. Osório, T. Probert, E. Jones, A. H. Young, I. Robbins // *Behavioral Medicine*. – 2017. – Vol. 43, № 4. – P. 307–322.
15. Газиева М. З. Проблема исследования развития стресса и стрессоустойчивости в юношеском возрасте / М. З. Газиева // *Мир науки, культуры, образования*. – 2018. – № 4 (71). – С. 380–383.
16. Негашева М. А. Модель взаимосвязей различных систем признаков с адаптационными возможностями организма в юношеском периоде онтогенеза / М. А. Негашева // *Физиология человека*. – 2018. – Т. 44, № 4. – С. 41–49.
17. Петросян Е. Ю. Метод определения частных ВП-типов темперамента по результатам исследования его черт по А. Томасу / Е. Ю. Петросян, Ю. И. Савченков // *Сибирское медицинское обозрение*. – 2009. – Т. 59, № 5. – С. 35–38.
18. Джафарова О. А. Биоуправление в педагогике и психологии / О. А. Джафарова // *Материалы научно-практической конференции «Современные проблемы психологии и образования в контексте работы с различными категориями детей и молодежи»*. – 2018. – С. 39–43.
19. Mayer K. Neurofeedback of slow cortical potentials as a treatment for adults with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder / K. Mayer, F. Blume, S. N. Wyckoff, L. L. Brokmeier, U. Strehl // *Clinical Neurophysiology*. – 2016. – Vol. 127, No. 2. – P. 1374–1386.

EFFECTIVE ADAPTATION TO STRESS LOAD: THE ROLE OF ACTIVATION MECHANISMS AND TYPOLOGICAL PROPERTIES OF THE NERVOUS SYSTEM

Lisova N. A.¹, Lukyanova A. A.², Kirko V. I.^{1,2}

¹*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia*

²*Siberian State University of Science and Technology Named after academician M. F. Reshetneva, Krasnoyarsk, Russia*

E-mail: nadia.krs@yandex.ru

Background. The role of typological properties of temperament, functional state of the Central nervous system and mechanisms of their participation in physiological reactivity under psychoemotional stress effects is not fully clear. The aim of the study was to compare and evaluate the effectiveness of adaptive responses under stress in young people, depending on the type of temperament, neurovegetative regulation of heart rate and the level of activation of the cerebral cortex.

Method and Materials. The study involved 100 healthy female 18–21 years old. The procedure of the research: during a session of game biofeedback as a model of psycho-emotional load the level of DC-potential of the brain, the speed of sensorimotor response and heart rate variability were measured. The subjects were divided into 2 groups according to the degree of effectiveness of training: with high and low efficiency of adaptation to the load. A comparative analysis of 2 groups on the studied physiological parameters was carried out.

Results. A comparative analysis of the functional state in terms of heart rate variability and DC-potential of the brain was performed for two groups. Significant differences were found in the nature of activation mechanisms and vegetative support in individuals with different levels of adaptation success. It is shown that the level of activation of the cerebral cortex, interhemispheric asymmetry, speed of visual-motor reaction, vagosympathetic balance and temperament characteristics can be predictors of effective adaptation to stressful load. Individuals with moderate activity as temperament traits, parasympathetic tone of the autonomic system, optimal level of activation of the nervous system, left-hemisphere dominance, and average speed of psychomotor reactions successfully adapt to stressful conditions.

Conclusion. In summary, temperament and its neurophysiological basis-activation processes in the cortex-subcortex-cortex system influence the success and physiological "price" of adaptation in the conditions of emotional stress. The level of DC-potential, interhemispheric asymmetry, speed of visual-motor reaction, vagosympathetic balance and temperament characteristics can act as predictors of effective adaptation to stressful load.

Keywords: temperament; adaptive reactions; stress load; DC-potential; activation mechanisms.

References

1. Litvinova N. A., Fedorov A. I., Mukhin E. M., Berezina M. G. the Influence of individual typological features on the adaptation of drivers, *Proceedings of the XXIII Congress of the I. P. Pavlov Physiological society with international participation*, 187 (2017).
2. Stifter C., Dollar J. Temperament and developmental psychopathology, *Developmental psychopathology*, 62 (2016).
3. Fleishman A. N. *Heart rate Variability and slow fluctuations in hemodynamics. Nonlinear phenomena: a Training Atlas for doctors*, 194 p. (SB RAS Publishing house, Novosibirsk, 2009)
4. Al-Shammari M. Ya. I. Spectral analysis of heart rate variability in foreign students, *Scientific result. A Series of Physiology*, **3 (9)**, 26 (2016).
5. Baiguzhin P. A., Shibkova D. Z. Functional state of the Central nervous system under the influence of weakly structured information, *Man. Sport. Medicine*. **17(5)**, 32 (2017).
6. Piyukhina V. A. super-Slow information and control systems in the integration of processes of vital activity of the brain and body (Review), *Human Physiology*, **39 (3)**, 114 (2013).
7. Griбанov A. V., Anikina N. Yu., Gudkov A. B. Cerebral energy exchange as a marker of adaptive human reactions in natural and climatic conditions of the Arctic zone of the Russian Federation, *Human ecology*, (8), 32 (2018).
8. Murik S. E. Omegaelectroencephalography: formation history and diagnostic capabilities of the new method in electrophysiology, *The bulletin of Irkutsk State University. «Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series»*, **26**, 69 (2018).

9. Posner M. I., Rothbart M. K. Temperament and brain networks of attention, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **373** (1744) (2018).
10. Pintzinger N. M., Pfabigan D. M., Pfau L., Kryspin-Exner I., Lamm C. Temperature differently influences early information processing in men and women: Preliminary electrophysiological evidence of attentive biases in healthy individuals, *Biological Psychology*, **122**, 69 (2017).
11. Khabarova I. V., Bedereva N. S., Shilov S. N. Influence of temperament, neuroenergom metabolism and the level of activation of the cerebral cortex on the mental development of younger schoolchildren, *Journal of medical and biological research*, (3), 43 (2017).
12. Gartstein M. A., Putnam S. P., Aron E. N., Rothbart M. K. Temperament and personality, *Oxford handbook of treatment processes and outcomes in counseling psychology*, 11 (2016).
13. Yu M., Han K., Nam G. E. The association between mental health problems and menstrual cycle irregularity among adolescent Korean girls, *Journal of Affective Disorders*, (210), 43 (2017).
14. Osório C., Probert T., Jones E., Young A. H., Robbins I. Adapting to stress: understanding the neurobiology of resilience, *Behavioral Medicine*, **43**(4), 307 (2017).
15. Gazieva M. Z. The Problem of studying the development of stress and stress resistance in youth, *World of science, culture, education*, **4**(71), 380 (2018).
16. Negasheva M. A. Model of interrelations of various systems of signs with adaptive capabilities of the organism in the youth period of ontogenesis, *Human Physiology*, **44**(4), 41 (2018).
17. Petrosyan E. Yu., Savchenkov Yu. I. Method of determining private VP-types of temperament based on the results of research of its traits by A. Thomas, *Siberian medical review*, **59**(5), 35 (2009).
18. Jafarova O. A. Bio-Management in pedagogy and psychology, *Materials of the scientific and practical conference "Modern problems of psychology and education in the context of working with various categories of children and youth"*, 39 (2018).
19. 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*, **127** (2), 1374 (2016).