

*На правах рукописи*

**Лисова Надежда Александровна**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ И  
САМОРЕГУЛЯЦИИ У ДЕВУШЕК-СТУДЕНТОК С РАЗНЫМ ТИПОМ  
ТЕМПЕРАМЕНТА И УРОВНЕМ АКТИВАЦИИ КОРЫ ГОЛОВНОГО  
МОЗГА**

03.03.01 – физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

**Томск – 2020**

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» (КГПУ им. В.П. Астафьева) Министерства просвещения Российской Федерации.

Научный руководитель: **Шилов Сергей Николаевич**  
доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты: **Байгужин Павел Азифович**  
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского центра спортивной науки, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) Минобрнауки России

**Литвинова Надежда Алексеевна**  
доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России

Ведущая организация: ФГАО ВО «Северный (Арктический) федеральный университет» Минобрнауки России

**Защита диссертации состоится** «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. в \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета Д 208.096.01 при ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России по адресу: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СибГМУ и на сайте <http://www.ssmu.ru>.

**Автореферат разослан** «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Петрова Ирина Викторовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Адаптационные возможности являются важнейшим фактором соматического и психического здоровья, благополучия человека, в том числе как субъекта учебно-профессиональных отношений (Щебланов В. Ю., 2010; Блинова Н.Г., 2014; Калужный Е.А., 2020; Richardson M, 2012; Zimmerman B.J., Kitsantas A., 2014).

В то же время, известно, что студенты, представляют собой одну из наиболее подверженных риску развития дезадаптивных расстройств категорий населения. Подвергаясь воздействию значительных физических, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок и не обладая, зачастую, способностью управлять своим функциональным состоянием и экономно расходовать ресурсы организма (Котова С.А., 2011; Ковалева О.Л. и соавт., 2013; Литвинова Н.А., 2016; Будук-оол Л.К., 2018).

При этом предполагается, что степень устойчивости организма к неблагоприятным влияниям среды во многом зависит от индивидуальных свойств и адекватности функциональных перестроек в нервной системе, обусловленных активирующими влияниями модулирующих структур головного мозга (Грибанов А.В. и соавт., 2018; Гусякова А.В. и соавт., 2019; Murik S.E., 2018).

В связи с этим, одно из актуальных направлений физиологических исследований касается поиска взаимосвязей типологических особенностей темперамента и активационных процессов в нервной системе с уровнем стрессоустойчивости, саморегуляции и адаптационных резервов (Будникова И.В. и соавт., 2012; Gupta R., 2017).

**Степень разработанности темы.** Ряд исследований указывает на значительную роль типологических особенностей темперамента и его поведенческих проявлений в адаптации организма к окружающей среде (Верозуб А.С., 2012; Бардецкая Я.В., 2014; Shiner R.L., 2015). Существуют отдельные работы, посвященные изучению характеристик темперамента у лиц с различными соматическими заболеваниями, отмечающие некоторые изменения черт и структуры темперамента у больных различной нозологии (Петросян Е.Ю. и соавт., 1995; Сидорова К.А. и соавт., 2012; Hintsа T. et. al., 2016).

Ряд исследований посвящен рассмотрению влияний свойств высшей нервной деятельности и темперамента на эффективность учебной, трудовой, спортивной, творческой и других видов деятельности (Байгужин П.А., 2015; Новицкий Ю.В., Дьякова О.В., 2017; Русанова Е.Е., 2017; Bardetskaya Y.V., Potylitsyna V.Yu., 2015).

Имеются данные о роли темперамента в способностях индивида управлять своим поведением, функциональным и психоэмоциональным состоянием (Denissen J.J. et. al., 2013; Pintzinger N.M. et. al., 2017). По мнению М.К. Rothbart и коллег, темперамент обуславливает индивидуальные различия в саморегуляции, имеющие конституциональную основу. Однако публикации, раскрывающие сущность этих различий на физиологическом уровне практически отсутствуют.

Описаны функциональные перестройки в нервной системе при различных патологических состояниях (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997; Илюхина В.А., 2013; Флейшман А.Н., 2010). При этом работы по изучению индивидуально-типологических особенностей нейровегетативного и энергетического обеспечения адаптивных процессов малочисленны и, порой, противоречивы (Пильская С.А., 2002; Солдатова О.Г., 2008).

Исследования, посвященные взаимосвязи типологических особенностей темперамента и уровней активации головного мозга с эффективностью саморегуляции и адаптационных реакций в стрессирующих условиях ранее не проводились. Актуальность и недостаточная разработанность данных вопросов послужили предпосылкой для проведения исследования.

**Цель исследования:** изучение особенностей адаптационных реакций и саморегуляции в условиях психоэмоциональной, когнитивной и физической нагрузки у девушек-студенток с разным типом темперамента и уровнем активации лобной коры головного мозга.

**Задачи исследования:**

1. Определить уровни активации коры головного мозга по показателю омега-потенциала у девушек 18-21 года с разным типом темперамента по выраженности поведенческих проявлений.
2. Установить особенности энергообеспечения адаптационно-приспособительных реакций у девушек с разным типом темперамента.
3. Оценить эффективность саморегуляции в ходе сеанса биоуправления у испытуемых с разным типом темперамента и уровнем активации лобной коры головного мозга.
4. Изучить влияние экзаменационного стресса и прохождения курса из 10 сеансов биоуправления на уровни активации лобной коры головного мозга, сенсомоторное реагирование и параметры функционирования сердечно-сосудистой системы девушек-студенток.

**Научная новизна**

Впервые доказано, что у девушек в возрасте 18-21 года преобладает определенный уровень активации коры головного мозга в зависимости от типа темперамента. Среди лиц с оптимальным уровнем активации достоверно чаще

встречается «адекватный» тип темперамент. Сниженный уровень активации наиболее характерен для «спокойного» типа темперамента. Высокий и асимметричный уровень активации - для «интенсивного» типа.

Впервые установлено влияние типологических свойств темперамента на энергообеспечение и динамику протекания адаптационных реакций организма девушек 18-21 года.

Впервые определены различия в уровне эффективности физиологической саморегуляции в условиях психоэмоциональной нагрузки у лиц с разным типом темперамента и уровнем активации коры головного мозга. Показано, что среднеактивные субъекты и лица с нормальным уровнем активности корковых центров головного мозга наиболее устойчивы к ситуации неопределенности, успешнее справляются с произвольной регуляцией функционального состояния.

Впервые показано влияние экзаменационной ситуации и курсового применения биоуправления по контролю частоты сердечных сокращений на активационные процессы головного мозга.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Полученные результаты раскрывают ряд важных физиологических закономерностей, характеризующих индивидуально-типологические особенности нервной системы в формировании адаптационного ответа на воздействие стрессоров.

Полученные новые данные о влиянии психоэмоциональной и информационной нагрузки, курсового применения биоуправления на адаптивные возможности организма дополняют теоретические представления о физиологических механизмах саморегуляции, стрессоустойчивости и адаптации, что может быть использовано при разработке мероприятий, направленных на оптимизацию функционального состояния организма в различных видах деятельности.

Результаты исследования внедрены в учебный процесс Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, в научную деятельность ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН НИИ медицинских проблем Севера, в работу малого инновационного предприятия КГПУ им. В.П. Астафьева «Клиника современных коррекционных и развивающих технологий».

Работа получила финансовую поддержку грантов Красноярского краевого фонда науки (проект № 2019050604906, № 2018050703907 и № 2019050604911).

**Методология и методы исследования.** Методологической основой исследования послужили положения теории функциональных систем П.К. Анохина, теории развития адаптационных реакций Г. Селье, Р.М. Баевского,

Л.Х. Гаркави, современные подходы к концепции саморегуляции функциональных состояний (А.К. Осницкий, Д.А. Леонтьев, М.Б. Штарк), концепции темперамента и его роли в адаптационных процессах (И.П. Павлов, С. Чесс, А. Томас, Ю.И. Савченков). В работе использовался комплекс физиологических методов: динамическая омегаметрия головного мозга, вариационная кардиоинтервалометрия, измерение зрительно-моторной реакции, оценка энергоизмененных состояний по А.Н. Флейшману, игровое биоуправление, определение типов темперамента по тесту DOTS.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Девушки в возрасте 18-21 год с разным типом темперамента имеют отличия в уровне адаптационных возможностей организма. Лица с умеренной выраженностью поведенческих проявлений темперамента характеризуются нормальным уровнем активации лобной коры головного мозга и адекватной реакцией на нагрузку. Для лиц с высокой и низкой интенсивностью поведенческих проявлений характерен неоптимальный уровень активации и энергодефицитный тип реакции на нагрузку.

2. Эффективность саморегуляции в условиях биоуправления зависит от типологических особенностей темперамента и уровня активации лобной коры головного мозга.

3. Экзаменационный стресс и курс из 10 сеансов биоуправления оказывают влияние на уровни активации лобной коры головного мозга, качество сенсомоторных реакций и функционирование сердечно-сосудистой системы девушек-студенток.

**Степень достоверности и апробация материалов исследования** обеспечена достаточным объемом экспериментальной выборки, валидностью современных физиологических методик, корректным формированием исследуемых групп и использованием методов статистического анализа.

Основные результаты исследования представлены на конференциях: III Международном научно-образовательном форуме «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярск, 2017); International Conference on Chemical, Biological and Health Sciences: Conference Proceedings (Pisa, Italy, 2017 г.); XXIII Съезде Физиологического общества им. И.П. Павлова (Воронеж, 2017); VII Международной научно-практической конференции «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» (Челябинск, 2018), «Нейронаука для медицины и психологии»: XV Международный междисциплинарный конгресс (Судак, Крым, 2019), VI Съезд физиологов с международным участием (Дагомыс, Сочи, 2019).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 19 научных работ, из них 6 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, индексируемых Scopus. По результатам исследования подана заявка на патент.

**Личный вклад автора.** Планирование исследования, анализ литературных источников, сбор данных, экспериментальное исследование, статистическая обработка и анализ результатов, формулировка выводов произведены лично автором.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы, приложений. Работа изложена на 145 страницах печатного текста, содержит 19 таблиц, 25 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает 352 источника, в том числе 98 зарубежных.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за неоценимую помощь и поддержку при выполнении работы научному руководителю д.м.н., проф. Сергею Николаевичу Шилову, коллективу кафедры специальной психологии и МИП «СКИРТ», администрации КГПУ им. В.П. Астафьева.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проводилось на базе научно-исследовательской лаборатории и малого инновационного предприятия «Клиника современных коррекционных и развивающихся технологий» Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева в 2015-2018 годах. В обследовании участвовало 100 девушек-добровольцев из числа студентов 2-4 курсов гуманитарных специальностей в возрасте от 18 до 21 года. Исследование проводилось с информированного согласия участниц. Критерии исключения: наличие острых или хронических заболеваний в фазе обострения, менструальная фаза цикла, беременность.

*Определение типа темперамента* проводилось с использованием опросника DOTS (Dimensions of Temperament Survey) в адаптации В.Г. Колпакова (Колпаков В.Г., Макарова Г.А., 1993) и модификации Ю.И. Савченкова, Е.Ю. Петросян (2009) с выделением 3-х типов темперамента по индексу выраженности поведенческих проявлений (ИВПП): «интенсивный» (Ин), «адекватный» (Ад) и «спокойный» (Сп).

*Динамическая омегаметрия.* Определение уровней активации (УА) лобных отделов коры головного мозга осуществлялось путем регистрации устойчивого потенциала милливольтного диапазона (омега-потенциал) в проекциях лобной коры головного мозга (Илюхина В.А., 2013). 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.

*Вариационная кардиоинтервалометрия.* Фиксировались параметры статистических и спектральных характеристик сердечного ритма и его variability: частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), общая мощность спектра (ТР), мощность очень низкочастотных колебаний спектра (VLF), баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм (LF/HF), интегральный индекс активности регуляторных систем ПАРС.

Для исследования адаптационных реакций на нагрузку использована *классификация энергоизмененных состояний* (Флейшман А.Н., 1995). Осуществлялась пятиступенчатая регистрация 200 кардиоинтервалов по следующей схеме: 1) фоновая запись (ФН); 2) счет в уме 500-7 (УН); 3) запись после 3 мин восстановления (Вос1); 4) гипервентиляция (ГВ); 5) запись после 3 мин восстановления (Вос2).

Оценка работоспособности и функционального состояния центральной нервной системы производилась с помощью параметров скорости и точности *простой и сложной зрительно-моторной реакции* с использованием прибора УПФТ-1/30-«Психофизиолог».

В качестве модели психоэмоциональной нагрузки, для диагностики и развития навыков саморегуляции применялся аппаратно-программный *комплекс игрового биоуправления* «БОС-пульс профессиональный» (разработка ГУ НИИМББ СО РАМН). Эксперимент состоял из 3-х этапов:

1 этап – тестирование: испытуемые (100 чел.) принимали участие в однократном сеансе биоуправления (5 попыток сюжета «Ралли», первая попытка обучающая). Параллельно регистрировались показатели ВСР, ОП, время сенсомоторных реакций.

2 этап – выработка навыка саморегуляции. В течение 10 сессий по 30 минут каждая, проводимых 3-4 раза в неделю. Курс прошли 32 человека.

3 этап: экспериментальная группа (32 чел.) проходила повторное тестирование с определением физиологических показателей.

Эффективность саморегуляции в ходе каждого сеанса биоуправления оценивалась на основе длительности кардиоинтервалов и скорости реакции за каждую попытку (Мажирина К.Г. и соавт., 2007).

*Статистическую обработку результатов* проводили с использованием программного пакета «Statistica 10.0» и электронных таблиц MS Excel 2010.

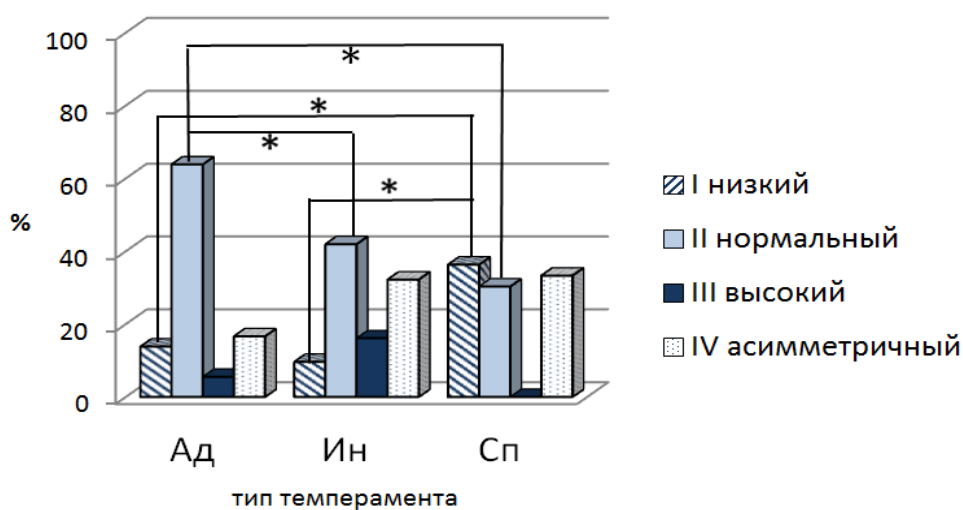


Применялись методы описательной статистики, анализ процентных соотношений, корреляционный анализ; достоверность различий между группами определялась с помощью параметрических и непараметрических критериев Стьюдента, Манна-Уитни, Фишера, Вилкоксона. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным омегаметрии в состоянии спокойного бодрствования при обычной учебной нагрузке 46 % испытуемых имели средний уровень активации (УА) фронтального неокортекса; у 20 % зафиксирована депрессия активационных влияний и низкий уровень бодрствования, в 7 % выявлен чрезмерно высокий уровень активации лобной коры, 27 % относились к типу с асимметричным УА (омега-потенциал левого и правого полушария в границах разных уровней).

Выявлена прямая зависимость между уровнем активационных влияний и интенсивностью поведенческих проявлений темперамента, что подтверждалось корреляцией умеренной силы ( $r=0.32$ ,  $p<0.01$ ). При этом у лиц со «спокойным» типом темперамента в 2-2,5 раза чаще других типов выявлена депрессия интенсивности активационных влияний (36 %). Чрезмерно высокий УА наиболее часто встречался у «интенсивных» испытуемых (16 % случаев) и отсутствовал у «спокойных». Выраженная асимметрия активации с доминированием преимущественно правого полушария в 2 раза чаще обнаруживалась среди «интенсивных» (32 %) и «спокойных» (33 %), чем у «адекватного» (16 %) типа, для которого было характерно преобладание среднего УА (64 %) и слабовыраженной асимметрии активации (рисунок 1).



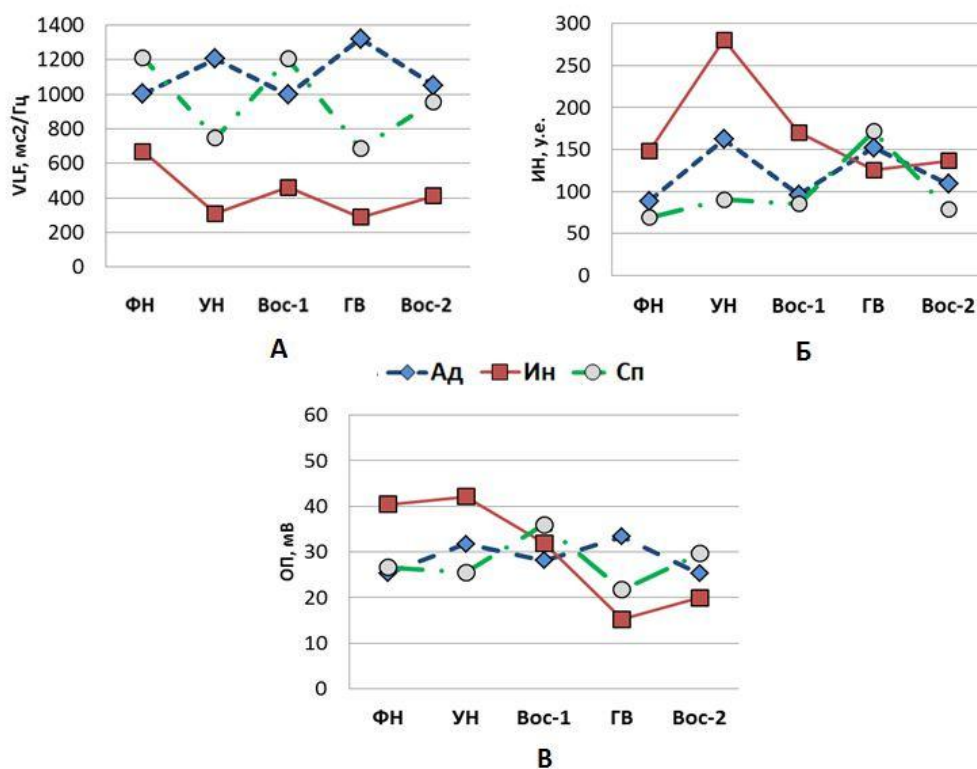
**Рисунок 1** - Распределение уровней активации у лиц с разным типом

темперамента. Примечание: \* - достоверность различий по критерию Фишера,  $p<0,05$ .

Здесь и далее Ад – «адекватный» тип темперамента, Ин – «интенсивный», Сп – «спокойный».

Известно, что в норме для адекватного протекания адаптивных процессов необходимо адекватное энергетическое обеспечение клеток головного мозга. Нарушения в системах энергообеспечения играют ведущую роль в развитии ряда хронических заболеваний (Илюхина В.А., 2013; Murik S.E., 2018). Низкий уровень энергетического метаболизма способствует снижению подвижности нервных процессов и быстрому истощению функциональных резервов организма (Панков М.Н., 2015).

Получены значительные различия в характере энергообеспечения адаптационных реакций у девушек-студенток с разным типом темперамента в межсессионный период (рисунок 2). На счет в уме и гипервентиляцию «адекватные» испытуемые реагировали умеренным усилением медленноволновой компоненты спектра ВСР, возрастанием ИН и ОП. В постнагрузочном периоде параметры полностью восстанавливались до уровня исходных значений. Данный тип реакции близок к нормальному по классификации энергоизмененных состояний А.Н. Флейшмана (1995).



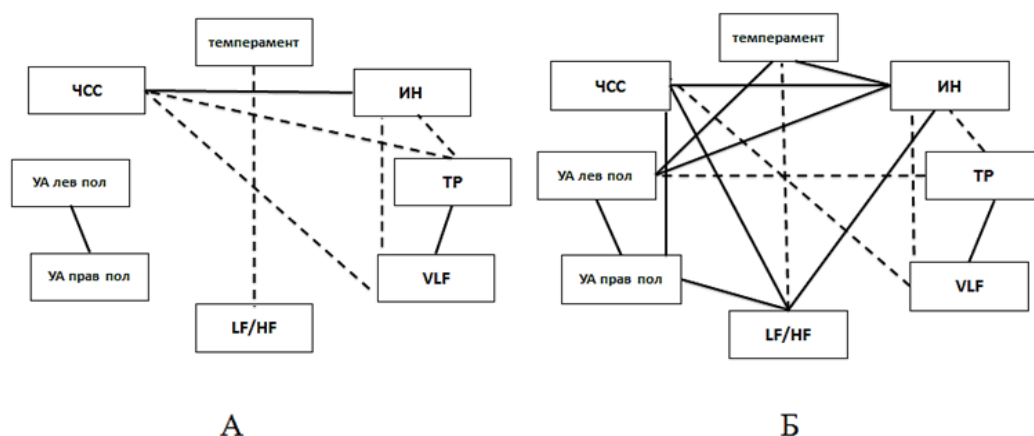
**Рисунок 2** - Динамика показателя мощности VLF (А), ИН (Б), ОП (В) при функциональных нагрузках у девушек с разным типом темперамента  
Примечание: ФН - фоновая запись; УН - умственная нагрузка – счет в уме; Вос-1 - запись после 3 мин восстановления; ГВ - гипервентиляция; Вос-2 - запись после 3 мин восстановления.

В группе «спокойных» отмечен более высокий исходный уровень VLF-

компонента сердечного ритма по сравнению с другими типами ( $p < 0,001$ ), отражающий базовый уровень энергообеспечения и резервы адаптации. При этом их реакция на нагрузку выражалась в интенсивной депрессии мощности VLF □ «нагрузочный энергодефицит» с достаточно быстрым и полным восстановлением, что возможно при высокой стабильности работы регуляторных механизмов.

У «интенсивных» девушек исходно наблюдался более низкий, чем в норме, уровень VLF, характеризуя так называемое «энергодефицитное состояние». Нагрузка сопровождалась депрессией мощности VLF, при этом полного восстановления до исходного уровня за периоды отдыха не происходило. Показатели ИН и ОП при умственной нагрузке увеличивались больше, чем в 2 раза (для ИН), снижаясь при гипервентиляции. Это является индикатором истощения адаптационных резервов и характерно для состояния «постнагрузочного энергодефицита».

Считается, что по реакции на нагрузку с отклонением значений ОП от фоновых более чем на 25 % можно судить о неоптимальности функционирования нейрогуморальных механизмов регуляции с возникновением состояния «гиперадаптации», либо «гипоадаптации» (Ващенко А.С., Павлов А.С., 2013). Максимальное отклонение от исходной величины показателя ОП составило для «адекватных» - 29 %, «спокойных» - 35 %, «интенсивных» - 62 %. Поэтому установлено наличие гиперадаптивного состояния, приводящего к перенапряжению и быстрому истощению адаптационных резервов у представителей типа темперамента «интенсивные». Тип реакции «спокойных» по ОП был ближе к гипоадаптивному-энергодефицитному, что также является неблагоприятным признаком снижения приспособительных возможностей организма.



**Рисунок 3** - Структура взаимосвязей темперамента и физиологических показателей в покое (А) и при нагрузке (Б). Примечание: сплошная линия – прямая связь, пунктирная – обратная.

Корреляционный анализ темперамента и физиологических показателей до и во время нагрузки (рисунок 3) показал наличие среднесильных и многочисленных связей умеренной силы между темпераментом, омега-потенциалами и параметрами вегетативного обеспечения сердечной деятельности, что указывает на высокую значимость типологических особенностей темперамента в формировании адаптивной функциональной системы в момент воздействия стрессора.

Сравнительный анализ в группах с высокой и низкой эффективностью саморегуляции по результатам тестового сеанса биоуправления выявил статистически значимые различия по показателям ВСП, омега-потенциала и сенсомоторного реагирования (таблица 1).

**Таблица 1** - Физиологические показатели у лиц с различным уровнем успешности произвольной саморегуляции

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

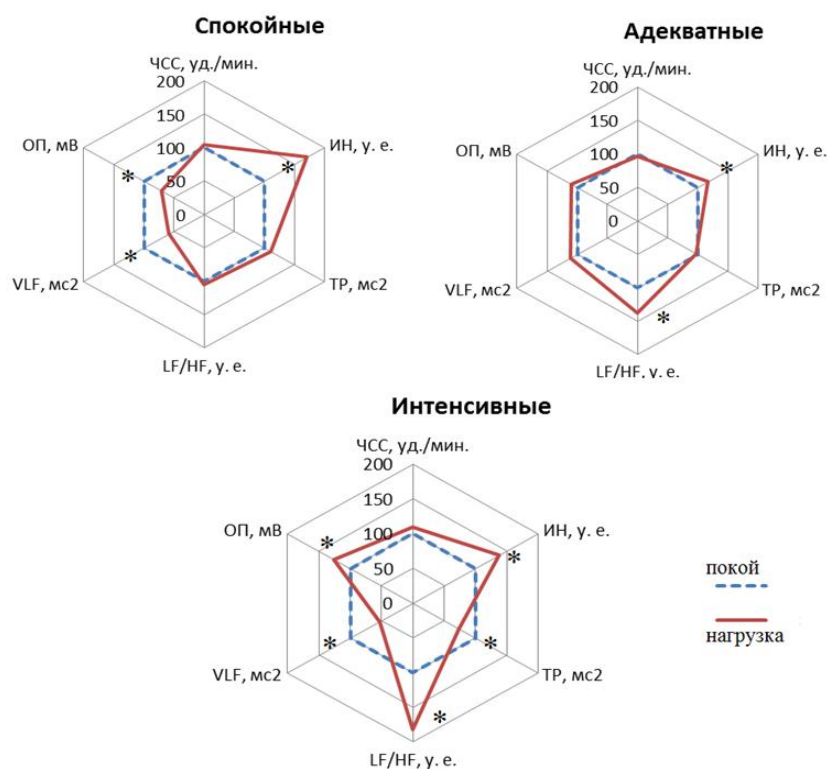
Примечание: \* - достоверность различий определена по критерию Манна-Уитни

Наибольшей эффективности саморегуляции достигли испытуемые с оптимальным (II) уровнем активации и доминированием левого полушария мозга. Лица с низким УА (I) характеризовались умеренным приростом ЧСС при значимо меньшем ( $p < 0,001$ ) среднем значении пульса в сравнении с остальными УА. Динамика ОП у испытуемых с низким уровнем саморегуляции характеризовалась депрессией активации левого полушария, в то время как в группе с высокой успешностью наблюдался рост ОП левого полушария в среднем на 37 % по сравнению с фоновым уровнем.

Установлено, что соотношения процентных долей лиц с высокой и низкой успешностью саморегуляции значимо отличались в зависимости от типа темперамента ( $p < 0,05$ ). Наибольший процент испытуемых, успешно

справившихся с задачей произвольной регуляции функционального состояния, зафиксирован среди «адекватных» (63,8 %). Наименее успешны оказались «интенсивные» (25,8 %). «Спокойные» занимали промежуточное положение (40,3 %).

Во время сеанса биоуправления отмечался более значимый вклад стресс-реализующих систем и преобладание тонуса симпатической нервной системы у «интенсивных» испытуемых (рисунок 4). Наиболее значительные отклонения наблюдались по показателям LF/HF ( $\uparrow$  82 %), VLF ( $\downarrow$  50 %) ИИ ( $\uparrow$  38 %), TP ( $\downarrow$  26 %). В то же время, у «спокойных» в 1,5 раза возросли значения ИИ (86 %), уменьшился вклад центральных механизмов регуляции (VLF  $\downarrow$  на 42 %). У «адекватных» заметные изменения на нагрузку проявились лишь в умеренной экспрессии ИИ (17 %) и LF/HF (37 %).



**Рисунок 4** - Изменение физиологических показателей у девушек с разным типом темперамента до и после нагрузки (биоуправление)

Примечание: приведены значения в % (за 100% приняты исходные значения), \* – достоверность различий при сравнении покой-нагрузка по критерию Вилкоксона ( $p < 0,05$ )

Омега-потенциал «адекватных» после незначительного возрастания стабилизировался, сохраняясь в границах оптимальных значений. При этом чрезмерный прирост активационных влияний в ответ на нагрузку зафиксирован у «интенсивных». В то же время, у «спокойных», нагрузка способствовала депрессии УА и переходу от нормального уровня активации к низкому.

Подобная реакция нервной системы связывается с энергодефицитными состояниями и общей астенизацией (Койнова Т.Н., 2008).

В целом, смещение омега-потенциала и параметров ВСР в сторону неоптимальных значений при нагрузке позволяет предположить, что механизмы регуляции «интенсивных» и «спокойных» девушек находились в состоянии повышенного напряжения (Т.Б. Иванова, 2012).

Непосредственно перед экзаменационным испытанием отмечено значительное изменение показателей функционального состояния ЦНС по сравнению с межсессионным периодом (таблица 2).

**Таблица 2** - Процент лиц с разным уровнем активации в межсессионный период, перед экзаменом и после курса биоуправления (N=32)

Уровень активации	Межсессионный период	Перед экзаменом	После курса ИБ
	1	2	3
I уровень	12,5	<b>31,3 *</b>	6,3
II уровень	71,8	<b>43,7*</b>	<b>90,6 ***</b>
III уровень	0	6,3	0
IV уровень	15,7	18,7	<b>3,1 **</b>

Примечание: \* - достоверность различий между 1 и 2, \*\* - между 1 и 3, \*\*\* - между 2 и 3 по критерию Фишера при ( $\varphi^*_{эмл} > 1,64$ ).

В 57 % случаев уровень активации во время экзаменационного испытания выходил за границы нормальных значений. У 30% испытуемых омега-потенциал соответствовал низкому УА в пределах 10-20 мВ, еще у 6 % наблюдалось увеличение ОП до 40 мВ и выше, что может являться индикатором перенапряжения и срыва адаптационных механизмов (Mayer K., 2016).

Характерным изменением после 10 сеансов биоуправления явилось значительное снижение недостаточной и асимметричной активации ЦНС при полном отсутствии состояния гиперактивации. У 90 % испытуемых УА соответствовал нормальным показателям (20-39 мВ), при этом также снизилась межполушарная асимметрия активации.

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 межсессионным периодом ( $p < 0,01$ ). Перед испытанием у студенток наблюдалось возрастание процентных долей LF и VLF, индекса централизации (ИЦ), что указывает на преобладание активности

центрального контура регуляции над автономным (таблица 3). Это согласуется с результатами ранее проведенных исследований, анализирующих функциональное состояние студентов во время экзаменационных испытаний (Двоеносов В.Г., 2009).

**Таблица 3** - Показатели variability сердечного ритма, омега-потенциала и сенсомоторных реакций в межсессионный период, перед экзаменом, после курса биоуправления, N=32

Показатель	Межсессионный период	Перед экзаменом	После курса ИБ
	1	2	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**	829,0 ± 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 ***
ИН, 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
ПАРС, усл. ед.	4,81±0,20	5,29±0,24 **	3,45±0,31***
ОП левого полушария, мВ	28,54±2,30 *	16,15±3,12 **	24,6±3,64
ОП правого полушария, мВ	33,11±3,08 *	18,11±4,31	23,0±3,62 ***
Время реакции, мс	298.95±21.69*	237.33±5.85**	246.78±12.43***
Количество ошибок реакции, шт.	1.00±0.58	0.87±0.30	0.55±0.32 ***

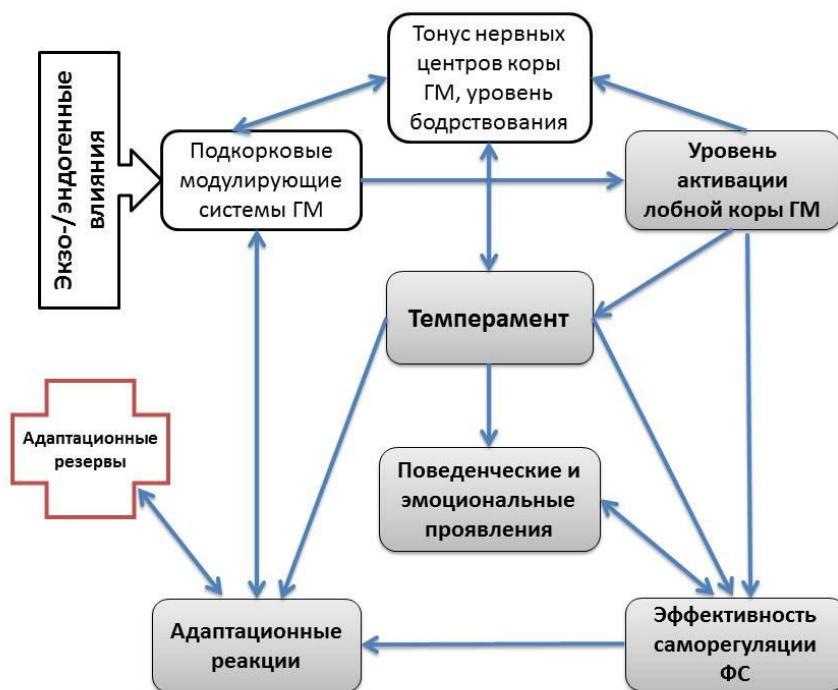
Примечание: достоверно при  $p < 0,05$ : \* - между 1 и 2, \*\* - между 2 и 3, \*\*\* - между 1 и 3.

После курса биоуправления у 62 % испытуемых превалировало вагусное влияние на деятельность сердца. У остальных 38 % отмечена эутония, что свидетельствует о более экономном функционировании механизмов нейровегетативной регуляции после курса ИБ.

Распределение уровней адаптации по ПАРС сигнализирует о выраженном напряжении регуляторных систем у большинства испытуемых как в период сессии (85 %), так и в обычное учебное время (62 %). После курса биоуправления данный показатель снизился до 31 %, что позволяет сделать заключение о высокой эффективности данного метода.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии взаимосвязи между темпераментальными свойствами личности, особенностями протекания адаптационных перестроек и функциональным состоянием ЦНС.

По итогам проведенного исследования, представлена гипотетическая схема взаимовлияния структурно-функциональных элементов центральной нервной системы, обуславливающих типологические особенности темперамента, успешность адаптации и саморегуляции в условиях действующих внешних факторов (рисунок 5).



**Рисунок 5** - Гипотетическая схема взаимосвязей свойств нервной системы, адаптационных процессов и саморегуляции

Примечание: выделены компоненты, исследованные в работе

Поскольку в основе оптимального функционирования нервной системы лежат корково-подкорковые взаимоотношения, то активность лобной коры головного мозга, определяющая поведенческие проявления темперамента и саморегуляции, может оказывать влияние и на процессы, формирующие функциональное состояние через нисходящие влияния на подкорковые модулирующие системы мозга. Это согласуется с представлениями о ведущей



роли фронтального неокортекса в программировании, регуляции и контроле поведения и эмоций индивида (Damasio A.R. et. al. 2010). В свою очередь, от интенсивности модулирующих влияний на кору зависит эффективность адаптационных реакций на нагрузку.

С учетом вышесказанного, представляется целесообразным разработать методик, предусматривающих дифференцированный подход к организации профилактических и коррекционных мероприятий, направленных на повышение адаптационных возможностей организма.

Полученные в исследовании данные позволили разработать методику оценки и повышения адаптационных возможностей и саморегуляции лиц юношеского возраста с учетом индивидуально-типологических характеристик и уровней активации нервной системы. Пилотные исследования показали повышение эффективности освоения навыков саморегуляции в среднем на 35-40 %, что сопровождалось стойкими положительными сдвигами в функциональном состоянии экспериментальной группы. Результаты исследования могут быть использованы для своевременного выявления лиц со сниженным адаптационным потенциалом, в реализации профилактических и коррекционных мероприятий с целью сохранения здоровья молодежи.

## **ВЫВОДЫ**

1. Установлена взаимосвязь между уровнем активации фронтальной коры головного мозга и типом темперамента: среди лиц с нормальным уровнем активации достоверно чаще встречается «адекватный» тип темперамента, сниженный уровень активации наиболее характерен для «спокойных», высокий и асимметричный уровень активации □ для «интенсивных».

2. Лица с разным типом темперамента отличаются по энергообеспечению адаптационных реакций на нагрузку. Для «адекватных» характерна нормальная реакция в виде умеренной экспрессии значений омега-потенциала, VLF, индекса напряжения с быстрым восстановлением показателей до исходных значений в восстановительном периоде. «Спокойные» имеют высокий исходный уровень энергетических резервов, однако при нагрузке проявляют «нагрузочный энергодефицит» в виде депрессии омега-потенциалов и VLF с быстрым восстановлением. «Интенсивные» отличаются низким уровнем мощности VLF, «энергодефицитным состоянием» и «энергодефицитной реакцией» с неполным восстановлением после нагрузки.

3. Имеются значимые различия в уровне активации лобной коры, показателях вариабельности сердечного ритма, сенсомоторного реагирования и типе темперамента у лиц с высокой и низкой эффективностью саморегуляции. Лица с нормальным уровнем активации лобной коры головного мозга и

умеренной поведенческой активностью более успешно справляются с регуляцией функционального состояния в процессе биоуправления.

4. Экзаменационная ситуация вызывает значительное возрастание напряжения регуляторных механизмов, приводящее к изменению уровня активации головного мозга в сторону неоптимальных значений у 57 % испытуемых, увеличению количества ошибочных реакций на зрительные стимулы и смещению вегетативного баланса в сторону усиления симпатических влияний.

5. Прохождение курса из 10 сеансов биоуправления по контролю ЧСС способствует оптимизации уровней активации у 90 % испытуемых, а также снижению времени сенсомоторной реакции, уменьшению числа ошибочных реакций, возрастанию парасимпатических влияний в обеспечении сердечной деятельности, снижению уровня напряжения регуляторных механизмов.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Определение типа темперамента, исходного уровня омега-потенциала коры головного мозга в покое и при функциональных нагрузках могут быть использованы для контроля текущего состояния и адаптивных возможностей организма.

2. Целесообразно учитывать полученные данные об индивидуально-типологических особенностях функционирования нервной системы при реализации образовательных программ, тренировочном процессе, профотборе, при индивидуальном планировании информационных и физических нагрузок.

3. Для профилактики и коррекции перенапряжения адаптационных механизмов одним из эффективных методов выступает курсовое применение игрового биоуправления с параллельным обучением приемам и техникам саморегуляции. Во время проведения сеансов рекомендуется учитывать тип темперамента и уровень активации головного мозга. Контроль эффективности курса целесообразно проводить по величине омега-потенциала, параметрам сенсомоторного реагирования и вариабельности сердечного ритма.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:*

1. Особенности сенсомоторного реагирования студентов с различными темпераментальными характеристиками / **Н.А. Лисова**, Н.Д. Наливайко // **Международный научно-исследовательский журнал**. - 2016. - №2(44) Ч.3. - С.19-21.

2. Влияние психоэмоциональной нагрузки и биоуправления на активацию коры головного мозга и вегетативную регуляцию сердечного ритма студенток /

**Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов, Т.А. Муллер // **В мире научных открытий**. - 2017. - Т. 19. - № 2. - С. 109-120. (ИФ РИНЦ 0,562)

3. Особенности темперамента и волевой саморегуляции у студентов спортивного и гуманитарного профилей обучения / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // **Вестник Новосибирского государственного педагогического университета**. - 2017. - № 3. - С.72-88 (**Scopus Q3, SJR 0,271**; ИФ РИНЦ 0,754)

4. Саморегуляция лиц юношеского возраста с разным типом темперамента и уровнями активации лобной коры головного мозга / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // **Вестник психофизиологии**. - 2019. - №1. - С. 62-68. (ИФ РИНЦ 0,221)

5. Эффективная адаптация к стрессогенной нагрузке: роль активационных механизмов и типологических свойств нервной системы / **Н.А. Лисова**, А.А. Лукьянова, В.И. Кирко // **Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия**. - 2020. - Т. 6 (72). - № 2. - С. 119–128. (ИФ РИНЦ 0,185)

6. Эффективность энергообеспечения адаптационных реакций у студенток в зависимости от типологических свойств темперамента / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // **Журнал медико-биологических исследований**. - 2020. - Т. 8. - № 3. - С. 314–318. (ИФ РИНЦ 0,430)

*Публикации в других научных изданиях:*

7. Adaptive reactions of the central nervous system of students and successful self-regulation under competitive stress / **N.A. Lisova**, S.N. Shilov // *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. – 2018. - Vol. - 177 (3 Suppl. 1). - P. 104-108. (**Scopus Q4, SJR 0,12**)

8. Роль активационных процессов коры головного мозга в формировании стрессоустойчивости у студенток с различными темпераментальными характеристиками / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // *Сибирский вестник специального образования*. - 2015. - №2. - С.52-57.

9. Особенности типов темперамента и уровня тревожности девушек-студенток с нарушением менструального цикла / М.А. Брагина, Н.Д. Наливайко, **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // *Актуальные проблемы современной педагогики и психологии в России и за рубежом: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции*. Выпуск II. - 2015. - С. 138-141.

10. Применение игрового биоуправления как средства профилактики экзаменационного стресса у студентов / **Н.А. Лисова** // *Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2015: Психология*. – Новосибирск: изд-во Новосиб. гос. ун-т. - 2015. - С. 103.

11. Влияние игрового биоуправления на показатели стрессоустойчивости студентов / **Н.А. Лисова** // *Психологические аспекты современного*

образования: сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции 25 января 2016 г. - Нижний Новгород: НОО "Профессиональная наука", 2016. - С. 5-10.

12. Influence of Psycho-emotional Load and Biofeedback on the Activation of Cerebral Cortex and Autonomic Regulation of Heart Rate in Female Students/ **N.A. Liso**va, S.N. Shilov, T.A. Muller // In the World of Scientific Discoveries, Series A. - 2017. - Vol. 5. - No. 1-2. - P. 4-13.

13. Physiological features of adaptation of students to the intellectual load / N.A. Lisova // International Conference on Chemical, Biological and Health Sciences: Conference Proceedings. - Pisa, Italy: Scientific public organization "Professional science". - 2017. - P. 58-63.

14. Нейрофизиологические предикторы успешности биоуправления по частоте сердечных сокращений / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // Материалы XXIII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. - 2017. - С. 215-217.

15. Динамика нейрофизиологических и вегетативных параметров в ходе тренинга произвольной саморегуляции / **Н.А. Лисова** // Материалы научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. - Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева. - 2017. - С. 14-16.

16. Влияние типа темперамента на адаптивные реакции студентов в условиях психоэмоциональной нагрузки / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы VII Международной научно-практической конференции. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ. - 2018. – С.255-258.

17. Роль темперамента и саморегуляции студента в адаптации к условиям обучения / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // Психология особых состояний: от теории к практике: материалы региональной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. - Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева. - 2018. - С. 49-52.

18. Адаптивные реакции на стресс-нагрузку у лиц юношеского возраста с разным типом темперамента / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // Нейронаука для медицины и психологии: XV Международный междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия; 30 мая – 10 июня 2019 г.: Труды Конгресса. – Москва: МАКС Пресс. - 2019. – С. 272-273.

19. Влияние функционального состояния центральной нервной системы на эффективность саморегуляции в стрессирующих условиях / **Н.А. Лисова**, С.Н. Шилов // II Объединенный научный форум, Сочи, Дагомыс, Россия; 1–6 октября 2019 г.: Научные труды. – М.: Издательство «Перо». - 2019. – Т. 1. - С. 160.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- Ад – адекватный тип темперамента
- ИБ – игровое биоуправление
- ВСР – вариабельность сердечного ритма
- ИВПП – индекс выраженности поведенческих проявлений
- Ин – интенсивный тип темперамента
- ИН – индекс напряжения
- ОП – омега-потенциал
- Сп – спокойный тип темперамента
- УА – уровень активации
- ЧСС – частота сердечных сокращений
- ЦНС – центральная нервная система