

На правах рукописи

Николаев Антон Борисович

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ СНИЖЕНИИ
ТРЕВОЖНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ КОРРЕКЦИИ
ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ**

03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» (ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина»)

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет),
ДЖЕБРАИЛОВА Тамара Джебраиловна

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии и медицинской физики лечебного факультета ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России,
СОРОКИНА Наталия Дмитриевна
доктор медицинских наук, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России,
ЗОРИН Роман Александрович

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук (ИФ РАН)

Защита диссертации состоится « 10 » октября 2019 года в 13 часов на заседании Диссертационного совета Д.001.008.01 при ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина» по адресу: 125009, г. Москва, ул. Моховая, д.11, стр.2.

С диссертацией можно ознакомиться в ФГБНУ НИИНФ им. П.К. Анохина и на официальном сайте **www.nphys.ru**. Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба направлять по адресу: 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д.8.

Автореферат разослан «__» августа 2019 года.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д.001.008.01,
кандидат медицинских наук

А.Ю. Абрамова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. По данным ряда исследований в последние десятилетия во многих странах отмечается увеличение заболеваний, связанных с высокой тревожностью и развитием тревожных расстройств [Вербицкий Е.В., 2013]. Личностная тревожность (ТЛ) является психофизиологическим свойством, способствующим возникновению у человека ряда нервно-психических расстройств и психосоматических заболеваний, в структуре которых она зачастую выступает в качестве ведущего симптома [Свидерская Н.Е. с соавт., 2001]. Тревожность — одно из наиболее частых явлений, сопровождающих как разнообразные психологические проблемы у здоровых, так и клиническую симптоматику у больных не только нервно-психическими и психосоматическими расстройствами, но и в целом в клинике внутренних болезней и тяжелых инфекционных заболеваний [Афтанас Л.И. с соавт., 2006; Соловьева С.Л., 2012]. Выявлено влияние ТЛ на ухудшение психического и физического здоровья, а также на развитие синдрома эмоционального выгорания у студентов [Глазачев О.С., 2011]. При этом показана взаимосвязь успешности обучения с личностной [Дегтярев В.П., Торшин В.И., 2010] и ситуативной [Лапкин М.М. с соавт., 2014] тревожностью студентов.

Согласно традиционным представлениям [Хекхаузен Х., 2003; Spielberger C.D., 1995], тревожность, как черта личности, предрасполагает индивида к восприятию широкого круга объективно безопасных обстоятельств, как содержащих угрозу. Тревожность личностная ситуационно трансформируется в актуальное состояние тревожности (ситуативная тревожность), связанное с активацией или возбуждением автономной нервной системы [Spielberger C.D., 1966]. При определенной степени выраженности тревожность выполняет адаптивную роль, способствуя мобилизации организма в сложных стрессорных ситуациях. Неадекватно высокая тревожность может приводить к дезадаптации и дезорганизации психической деятельности.

Важная роль тревожности, как одного из факторов, детерминирующих особенности поведения и его результативность, а также влияющих на симптоматику и течение широкого круга заболеваний определяет актуальность разработки методов коррекции психоэмоционального состояния человека, направленных на снижение высокой тревожности.

Ранее нами была разработана и успешно применяется оригинальная технология коррекции психоэмоционального напряжения путем его словесно-эмоциональной реорганизации [Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К., 2013; Николаев А.Б., Судаков С.К., 2017]. Начальным этапом этой технологии является тестирование по методике «Самодиагностика психоэмоционального напряжения» направленной на выявление структуры и величины эмоционального напряжения [Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К., 2013]. Однако очевидна необходимость выявления психологических и объективных физиологических коррелятов величины оцениваемого с помощью этой методики эмоционального напряжения.

Учитывая, что большинство методов тестирования тревожности, в том числе и широко применяемая методика Ч. Спилбергера, основаны на субъективной оценке индивидом своего состояния, актуальным является вопрос о поиске объективных физиологических коррелятов уровня как личностной, так и ситуативной тревожности.

Для оценки состояния систем нейровегетативной регуляции, в том числе в связи с определением уровня тревожности, наиболее часто используется методика анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), однако до настоящего времени не сложилось устойчивых представлений о соотношении тревожности, как психологической характеристики и ее вегетативных проявлений. С одной стороны, имеются данные об отрицательной связи тревожности как с ВСР в целом [Friedman B.H., 2007], так и с мощностью в высокочастотном диапазоне [Miu A.C. et al., 2009; Licht C.M. et al., 2009]. С другой стороны, показано, что связь тревожности с ВСР может быть положительной [Jönsson P., 2007]. Показана индивидуальная вариабельность взаимосвязи между ситуативной тревожностью и HF компонентом спектра ВСР в зависимости от диапазона колебаний уровня тревожности [Димитриев Д.А. с соавт., 2014]. Учитывая, что важную роль в индивидуальной вариативности адаптивных процессов человека играет тип вегетативной регуляции [Баевский Р.М. с соавт., 2013; Юматов Е.А. с соавт., 2017], можно полагать, что одним из факторов, опосредующих характер взаимосвязи между тревожностью и ВСР, являются индивидуальные особенности соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечную деятельность.

Сложность сердечного ритма, проявляющаяся в его вариабельности, отражает системные характеристики реализуемого поведения и непосредственно взаимосвязана с его целью [Бахчина А.В., Александров Ю.И., 2017; Демидовский А.В. с соавт., 2018], что

представляет продуктивным исследование динамики ВСР непосредственно в процессе целенаправленной деятельности. Поэтому мы анализировали динамику характеристик ВСР в процессе тестирования тревожности и эмоционального напряжения. Сам процесс тестирования можно рассматривать как достаточно специфический вид интеллектуальной деятельности, в ходе которой человек должен прочесть набор утверждений и выбрать один из возможных вариантов ответа, соответствующий его состоянию.

Литературные данные о динамике показателей ВСР при интеллектуальной деятельности достаточно разноречивы [Elliot et al., 2011; Stenfors et al., 2016; Tsunoda et al., 2016; Зорин П.А. с соавт., 2016]. С точки зрения решения задач, стоящих перед нашей работой, особый интерес представляет концепция, в соответствии с которой снижение ВСР при информационной нагрузке отражает преобладание оборонительного, а увеличение - ориентировочного компонентов в структуре деятельности [Данилова Н.Н., Астафьев С.В., 1999]. В определенной мере с этой концепцией перекликаются данные о выделении двух типов вегетативной адаптации к когнитивной нагрузке по динамике ВСР [Бодров И.Г. с соавт., 2018]. Первый тип характеризуется снижением индекса напряжения и увеличением ВСР; второй — увеличением индекса напряжения при отсутствии существенных изменений других показателей сердечного ритма.

Цель и задачи исследования. Целью представляемой работы было выявление объективных физиологических коррелятов снижения уровня тревожности после коррекции психоэмоционального состояния с использованием оригинальной технологии восстановления и совершенствования саморегуляции через словесно-эмоциональную реорганизацию психоэмоционального напряжения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявить психологические и физиологические (характеристики ВСР) корреляты величины психоэмоционального напряжения, оцениваемой с помощью методики «Самодиагностика психоэмоционального напряжения».

2. Исследовать динамику характеристик ВСР при снижении тревожности в результате коррекции психоэмоционального напряжения путем его словесно-эмоциональной реорганизации.

3. Выявить особенности динамики характеристик ВСР при снижении тревожности в зависимости от индивидуального соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм.

4. Выявить критерии, позволяющие на основе результатов обследования до коррекции прогнозировать эффективность коррекции психоэмоционального состояния с использованием технологии его словесно-эмоциональной реорганизации.

Научная новизна работы. Впервые показано, что коррелятом снижения тревожности является изменение динамики показателей сердечного ритма при информационной нагрузке. Если до коррекции при тестировании личностной тревожности по сравнению с исходным состоянием наблюдалось уменьшение длительности RR интервалов ЭКГ, то после коррекции во время тестирования ТЛ наблюдалось повышение общей мощности и мощности VLF диапазона спектра ВСР. Различная динамика показателей сердечного ритма отражают преобладание оборонительного (до коррекции) или, соответственно, ориентировочного (после коррекции) компонентов в структуре интеллектуальной деятельности.

Впервые установлено, что направленность изменений характеристик ВСР в условиях формально однотипной информационной нагрузки (выбор ответов в психологических тестах) зависит от величины эмоционального напряжения обследуемых лиц, оцениваемого с помощью оригинальной методики «Самодиагностика». У индивидов с низким уровнем эмоционального напряжения во время тестирования наблюдалось увеличение CV, общей мощности и мощности VLF диапазона спектра ВСР. У испытуемых с высоким уровнем эмоционального напряжения при выполнении тестов отмечалось уменьшение мощности HF диапазона при увеличении мощности LF диапазона спектра ВСР и соотношения LF/HF, свидетельствующие об усилении и относительном преобладании симпатических влияний на сердечный ритм.

Впервые показано, что одним из факторов, определяющих индивидуальные особенности динамики показателей ВСР при снижении тревожности в результате коррекции является исходное соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм.

Теоретическое и практическое значение работы. Теоретическая значимость работы заключается в решении актуальной для физиологии и психофизиологии задачи поиска объективных физиологических коррелятов личностной и ситуативной тревожности. Проведенное

исследование позволило установить, что коррелятом уровня тревожности и его изменений являются не абсолютные значения, а характер динамики показателей ВСР при информационной нагрузке.

Полученные результаты свидетельствует о том, что тесты методики «Самодиагностика» имеют не только практическую ценность, являясь начальным звеном технологии коррекции психоэмоционального состояния, но и самостоятельную научную значимость, открывая перспективы дальнейших исследований, направленных на выявление разных стилей переживания тревоги, а также их поведенческого и вегетативного сопровождения.

Практическая значимость определяется тем, что результаты исследования свидетельствуют об эффективности использования разработанной ранее оригинальной технологии «Методика восстановления и совершенствования саморегуляции для достижения психоэмоциональной стабильности через словесно-эмоциональную реорганизацию индивидуального психоэмоционального напряжения» [Николаев А.Б., Судаков С.К., 2017]. Разработаны и изданы методические рекомендации по применению технологии.

Для автоматизации тестирования была создана программа «Самодиагностика величины и структуры психоэмоционального напряжения», которая прошла государственную регистрацию [Николаев А.Б., 2016] и реализована в интернете на сайте www.darvin-da.ru в открытом доступе.

Методологической основой работы являлась теория функциональных систем (П.К.Анохин, К.В.Судаков), в соответствии с которой сформулированы принципы определения четырех типов рассогласований в сфере социальных потребностей, обуславливающих индивидуальную структуру и величину психоэмоционального напряжения [Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К., 2013; Николаев А.Б., Судаков С.К., 2017]. В соответствии с теорией функциональных систем анализировали динамику характеристик ВСР непосредственно во время целенаправленной деятельности с учетом результатов тестирования.

Основные положения, выносимые на защиту. В результате коррекции психоэмоционального состояния с использованием оригинальной технологии его словесно-эмоциональной реорганизации у испытуемых, наряду с уменьшением эмоционального напряжения, наблюдалось снижение не только ситуативной, но и личностной тревожности.

Впервые установлено, что коррелятом тревожности и эмоционального напряжения являются особенности динамики показателей ВСП при информационной нагрузке.

Выявлены индивидуальные особенности изменения ВСП при одинаковой степени снижения тревожности после коррекции в зависимости от исходного соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм. При снижении тревожности наблюдается тенденция к оптимизации симпатопарасимпатического баланса и возвращению к должному уровню наиболее отклонившихся от него исходных характеристик ВСП.

Апробация результатов. По результатам работы опубликовано 13 печатных работ, 4 из которых в журналах из списка ВАК. Зарегистрирована программа для оценки «Самодиагностика величины и структуры психоэмоционального напряжения». Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на Втором Российском Конгрессе по комплементарной медицине (Москва, 2014), на IV Международной междисциплинарной конференции «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций» (Москва, 2015), на Конференции с международным участием «Научно-методические проблемы нормальной физиологии и медицинской физики» (Москва, 2017), на XLI, XLII, XLIV Итоговых научных сессиях НИИНФ им. П.К. Анохина "Системная организация физиологических функций" (Москва, 2016, 2017, 2019), на заседании Ученого Совета НИИНФ им. П.К. Анохина (Москва, 2018), на заседании Московского отделения Физиологического общества им. И.П. Павлова (2019).

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 102 страницах печатного текста, включает 6 рисунков и 12 таблиц. Работа включает в себя следующие разделы: «Введение», «Обзор литературы», «Методика», две главы описания результатов, «Обсуждение», «Выводы», «Список литературы». Список литературы включает 218 источников, из них 147 отечественных и 71 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Организация исследования

Для решения поставленных задач проведено четыре серии исследования, в которых на основе добровольного информированного согласия приняли участие 100 человек (26 женщин и 74 мужчины) в возрасте 18 - 55 лет. Программа исследования одобрена Этическим комитетом при ФГБНУ «НИИНФ им. П.К. Анохина».

В первой серии исследования у 28 человек (мужчины в возрасте от 18 - 55 лет) оценивали уровень эмоционального напряжения с помощью методики «Самодиагностика» [Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К., 2013] до и после коррекции психоэмоционального состояния с использованием новой оригинальной технологии восстановления и совершенствования саморегуляции через словесно-эмоциональную реорганизацию индивидуального психоэмоционального напряжения [Николаев А.Б., Судаков С.К., 2017]. Коррекцию осуществляли на 13 двухчасовых занятиях в течение семи недель. На первом занятии проводили первичное, на последнем – заключительное тестирование.

Во второй серии исследования приняли участие 18 мужчин в возрасте 18 - 55 лет. У обследуемых регистрировали ЭКГ в состоянии относительного покоя, во время тестирования ситуативной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности (по Спилбергеру), а также во время выбора ответов в опросниках методики «Самодиагностика».

В третьей серии, в исследовании приняли участие 33 человека (16 женщин и 17 мужчин в возрасте 18 - 55 лет), у которых тестировали тревожность (по Спилбергеру) и эмоциональное напряжение (по методике «Самодиагностика») с одновременной регистрацией ЭКГ до и после коррекции психоэмоционального состояния. Обследование и собственно коррекция проходили в течение семи недель на 13 двухчасовых занятиях со специалистом для освоения соответствующих тем при ежедневной самостоятельной тренировке приобретаемых навыков. Первое занятие было отведено обследованию до коррекции, последнее – обследованию после коррекции.

В четвертой серии, выполняющей функцию контрольного исследования, приняли участие 21 человек (10 женщин и 11 мужчин) в возрасте 19 - 50 лет. У испытуемых контрольной группы проводили первичное и вторичное обследования с промежутком в семь недель, на протяжении которых никаких коррекционных мероприятий не осуществляли. Обследования были совершенно идентичны, и включали в себя онлайн тестирование тревожности и эмоционального напряжения с одновременной регистрацией ЭКГ.

Методы обследования

Тестирование тревожности. Обследуемым, находящимся в положении сидя предлагали с помощью планшета, расположенного на столе, выбрать ответы в онлайн тестах по определению уровня личностной и ситуативной тревожности (STAI) по Ч. Спилбергеру [Ханин Ю.Л., 1976].

Проводили количественную (в баллах) и качественную оценку ТЛ и ТС с использованием граничных значений: низкий – до 30 баллов; 31-44 балла – средний; 45 и более – высокий уровень тревожности [Ханин Ю.Л., 1976].

Для оценки эффективности коррекции вычисляли степень уменьшения ситуативной (ΔTC , %) и личностной (ΔTL , %) тревожности по формулам:

$\Delta TC = (TC1 - TC2) / TC1 \times 100$, где $TC1$ - оценка ситуативной тревожности до коррекции; $TC2$ - после коррекции;

$\Delta TL = (TL1 - TL2) / TL1 \times 100$, где $TL1$ - оценка личностной тревожности до коррекции; $TL2$ - после коррекции.

Оценка структуры и величины психоэмоционального напряжения с использованием методики «Самодиагностика коэффициента полезного действия КПД жизнедеятельности». Методика «Самодиагностика» является неотъемлемым компонентом новой оригинальной технологии коррекции психоэмоционального напряжения путем его словесно-эмоциональной реорганизации. На основе принципов теории функциональной системы и результатов предварительного исследования [Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К., 2013] сформулированы представления о наличии, по крайней мере, четырех типов рассогласования, которые могут иметь место в сфере социальных взаимоотношений (потребностей):

- рассогласование I-типа возникает тогда, когда параметры результата действия другого, значимого человека не соответствуют ожиданиям (параметрам потребного результата) субъекта. Чаще всего рассогласование I-типа в обыденной жизни называется «переживанием обиды»;

- рассогласование II-типа возникает тогда, когда параметры результата действия субъекта не соответствуют ожиданиям (параметрам потребного результата) другого, значимого для него человека. Рассогласование II-типа - «переживанием вины»;

- рассогласование III-типа возникает тогда, когда параметры результата действия субъекта не соответствуют его ожиданиям (параметрам потребного результата). Рассогласование III-типа - «переживанием стыда»;

- рассогласование IV-типа возникает, когда ожиданиям (параметрам потребного результата) субъекта соответствуют параметры заведомо неприятного для него переживания, например, стыда, вины или обиды, сформированного рассогласованием I, II или III-типа.

Рассогласование IV-типа – «переживанием неопределенности, мнительности, тревоги, фобии, страха и т.д.».

Методика «Самодиагностика», включает четыре опросника, в процессе заполнения которых обследуемый должен выбрать из предложенного списка фразы, соответствующие его реакциям в определенных типах ситуаций. Основой для составления опросников послужил набор фраз и предложений когнитивно-эмотивного теста [Орлов Ю.М., 1999]. Во время тестирования обследуемым, находящимся в положении сидя предлагали с помощью планшета, расположенного на столе, выбрать ответы в онлайн опросниках, направленных на выявление реакций четырех выделенных типов рассогласования. По результатам заполнения каждого из 4-х бланков рассчитывали суммарную величину эмоционального напряжения (U_{Σ}) и величину напряжения, обусловленного каждым из выделенных типов рассогласования ($U1-4$, величина напряжения I, II, III и IV типов соответственно).

Регистрация и обработка ЭКГ. У обследуемых регистрировали ЭКГ (в положении сидя, в трех стандартных отведениях) на 7 этапах: в состоянии относительного покоя (исходное состояние, фон), во время тестирования ситуативной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности; во время выбора ответов в опросниках, направленных на выявление рассогласования IV-го ($U4$), III-го ($U3$), II-го ($U2$) и I-го ($U1$) типов. ЭКГ регистрировали с использованием электрокардиографа «ВНС - Ритм» и соответствующего программного обеспечения фирмы «Нейрософт» (Россия, 2008) на диск компьютера. Эпоха анализа в пределах каждого этапа составляла 5 минут. Оцифровка сигналов осуществлялась с частотой квантования 2000 Гц.

Обработку ЭКГ проводили на основе пакета программ "ВНС-Ритм" фирмы "Нейрософт", осуществляющих анализ вариабельности сердечного ритма в соответствии с рекомендациями "Международного стандарта" [HRV, 1996; Михайлов В.М., 2002]. Использовали статистические характеристики и результаты спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (BCP): RRNN (мс); CV (%); TP (мс²); HF (мс²); LF (мс²); VLF (мс²); LF/HF (отн. ед.).

При интерпретации результатов исследований показатели BCP оцениваются по-разному в зависимости от используемой тем или иным исследователем научно теоретической концепции [Баевский Р.М., 2006]. В наших исследованиях мы сочли целесообразным интерпретировать полученные результаты, основываясь на традиционной концепции, в

соответствии с которой повышение мощности LF компонента отражает активацию симпатических центров [Баевский Р.М, 2006; 2013] и позволяет судить о состоянии симпатической регуляции сердечного ритма. По мощности HF-диапазона судят об уровне парасимпатических влияний, а соотношение LF/HF используют для оценки баланса между симпатическими и парасимпатическими влияниями на сердечную деятельность. Общую мощность спектра ВСР (TP) рассматривают как характеристику суммарного уровня активности регуляторных систем [HRV, 1996; Михайлов В.М. 2002; Котельников С.А. с соавт., 2002; Borell et al., 2007; Баевский Р.М. 2013]. В качестве показателя симпатической активности в последние несколько лет предложено использовать другие характеристики сердечного ритма, в частности длительность пресистолического периода [Michael S., et al., 2017]. Однако, этот показатель предлагается использовать, главным образом, при оценке состояния в условиях физических нагрузок или функциональных проб, а не при информационной нагрузке.

Выделение групп. Во второй серии исследования выделены две группы («группа ЭН») испытуемых – с относительно низкой (ниже среднего, гр.ЭН1 - 10 человек) и высокой (выше среднего, гр.ЭН2 - 8 человек) суммарной величиной эмоционального напряжения (U_{Σ}).

В третьей серии исследования выделены:

- группы по степени уменьшения ситуативной тревожности после коррекции – «ΔТС – группа». Выделены группы испытуемых с высокой (1-я группа; $\Delta TC > M+m$) или низкой (2-я группа; $\Delta TC < M-m$) степенью уменьшения ситуативной тревожности (где M - это среднее значение степени изменения, а m - стандартная ошибка среднего). В 1-ю группу ($\Delta T1$) вошли 17 человек (8 мужчин и 9 женщин), а во 2-ю ($\Delta T2$) – 13 человек (7 мужчин и 6 женщин). У 3 испытуемых значения ΔТС находились в интервале $M \pm m$, поэтому они не могли быть отнесены к какой-либо из групп.

- группы по исходному типу вегетативной регуляции - «группа LF/HF». На основании распределения исходных значений (Фон1) соотношения LF/HF выделены 4 группы испытуемых (по 8 человек в 1- 3-й и 9 человек в 4-й группах). Граничными значениями для выделения групп послужили нижняя квартиль (1.15), медиана (2.10) и верхняя квартиль (3.43).

Статистическая обработка результатов. Для статистической обработки и представления результатов использовали пакет STATISTICA

v.10. При нормальном распределении анализируемых признаков вычисляли среднее значение (M) и стандартную ошибку среднего (m). При оценке характеристик спектрального анализа ВСР, имеющих распределение, отличное от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Вычисляли медиану и интерквартильный интервал между 25% и 75% процентилями. Достоверность различий оценивали по критериям Манна-Уитни и Уилкоксона. Проводили корреляционный анализ по Спирмену. Для оценки влияния фактора «группа LF/HF» (4 уровня) на зависимые переменные (личностная и ситуативная тревожность, показатели ВСР) проводили однофакторный дисперсионный анализ (one-way ANOVA).

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка психоэмоционального напряжения до и после коррекции. После коррекции как суммарная, так и частные оценки эмоционального напряжения достоверно ($p < 0.001$) уменьшались (Рисунок 1).

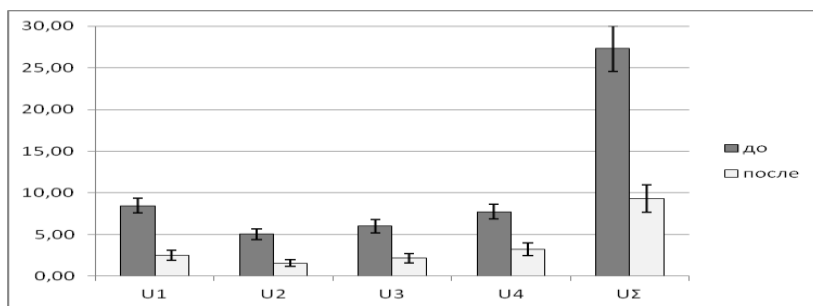


Рисунок 1. Суммарная оценка (U_{Σ}) и оценки эмоционального напряжения, соответствующего выделенным типам расогласования ($U1-4$) до и после коррекции, баллы ($M \pm m$).

Динамика характеристик сердечного ритма во время тестирования психоэмоционального напряжения и тревожности. Направленность изменений характеристик ВСР в условиях формально однотипной информационной нагрузки (выбор ответов в психологических тестах) зависела от специфики теста. Так при выявлении расогласования IV-го типа изменения характеристик ВСР не отмечалось вовсе, при выявлении III-го типа расогласований отмечено только увеличение мощности LF диапазона. При выявлении уровня ТС, а также реакций расогласования II-го и I-го типов наблюдался сходный комплекс

изменений: увеличение CV, общей мощности, мощности VLF и LF диапазонов спектра ВСР, а в ситуации 2-типа рассогласования при этом отмечалось увеличение соотношения LF/HF. Совершенно иной комплекс изменений характеристик ВСР наблюдался при тестировании ТЛ. Уменьшение RRNN при увеличении мощности LF компонента и соотношения LF/HF свидетельствуют об активации симпатических центров и сдвиге вегетативного баланса в сторону усиления симпатических влияний на сердечный ритм. Наименьшая длительность RR-интервалов наблюдалась при тестировании личностной и ситуативной тревожности ($p < 0.05$).

Показатели ВСР на этапах обследования у испытуемых с разным уровнем эмоционального напряжения (гр.ЭН1 и гр.ЭН2). У индивидов с высоким уровнем эмоционального напряжения (гр.ЭН2) отмечался достоверно более высокий уровень личностной тревожности ($p < 0.05$).

Проведенное исследование показано, что физиологическими коррелятами величины эмоционального напряжения оцениваемого с помощью методики «Самодиагностика», являются не абсолютные значения, а особенности динамики характеристик ВСР во время информационной нагрузки (Таблица 1).

У индивидов с низким уровнем эмоционального напряжения (гр.ЭН1) во время тестирования наблюдалось увеличение CV, общей мощности и мощности VLF диапазона спектра ВСР. У испытуемых с высоким уровнем эмоционального напряжения (гр.ЭН2) при выполнении тестов отмечалось уменьшение мощности HF диапазона при увеличении мощности LF диапазона и соотношения LF/HF, свидетельствующие об усилении и относительном преобладании симпатических влияний на сердечный ритм. С учетом известной концепции Н.Н.Даниловой [Данилова Н.Н., Астафьев С.В., 1999; Ведерко О.В. с соавт., 2003] выявленные в нашем исследовании различия динамики характеристик ВСР могут быть интерпретированы как преобладание у испытуемых ЭН1 группы ориентировочного, а у испытуемых ЭН2 группы – оборонительного компонентов в структуре интеллектуальной деятельности.

Таблица 1. Характеристики сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%) на этапах обследования у испытуемых выделенных групп (группы ЭН1 и ЭН2).

Показатели	Этапы обследования						
	Фон	ТС	ТЛ	У4	У3	У2	У1
1 группа (ЭН1, 10 человек)							
CV	5.26 4.50-6.82	6.86* 6.02-8.28	6.31* 5.32-8.34	6.31* 5.34-7.94	7.13* 5.34-9.09	7.44* 5.36-10.10	7.36* 6.18-9.80
TP	1289 855-3434	2767* 1089-3674	2314* 1502-3407	2128 892-3084	3085* 937-3837	3852* 1238-5405	3430* 2247-4493
VLF	383 326-762	947* 540-1174	657 441-1067	668 365-1942	876 447-1897	1139* 671-1911	1197* 844-2005
LF	523 411-847	1017* 543-1902	1284 538-1512	849 390-1715	1221* 427-1861	1241* 418-2102	1294* 399-2525
HF	233 113-626	370 225-531	323 98-528	404 137-571	357 136-628	384* 138-843	358 142-847
LF/HF	2.38 1.35-3.51	2.52 1.65-3.24	3.25* 2.34-5.24	2.05 1.31-2.24	2.72 2.12-3.55	2.71 2.15-4.39	2.78 1.99-3.46
2 группа (ЭН2, 8 человек)							
CV	7.46 6.40-8.79	8.18 6.43-10.84	8.03 5.47-9.00	7.53 6.94-7.96	7.04 5.42-8.94	8.41 6.45-8.99	7.63 7.03-8.30
TP	4293 2033-4634	4231 2850-5282	3530 1503-4857	2673 2272-3921	3315 1616-4671	3714 2267-4468	3619 2258-3948
VLF	1065 383-1552	1535 884-2237	832 518-1450	637 512-1225	958 385-1981	922 528-1681	1266 953-1823
LF	1169 1125-1402	1416 1009-2080	1590 852-2453	1274 826-1948	1624* 1355-1904	1811* 1234-2338	1400 1031-1889
HF	1098 353-1883	881 358-1667	557* 230-1144	549* 432-935	528* 210-706	556 380-738	467 435-577
LF/HF	1.74 0.65-3.04	2.29 1.00-3.71	3.44* 2.18-5.53	2.39 1.51-3.41	2.68 2.09-4.45	3.27* 2.39-6.00	3.23* 1.96-3.95

Примечание. * - достоверное изменение характеристик сердечного ритма по сравнению с исходным состоянием ($p < 0.05$).

Динамика характеристик ВСР в зависимости от степени уменьшения ситуативной тревожности при коррекции психоэмоционального состояния. После коррекции у испытуемых основной группы наблюдалось достоверное уменьшение как ситуативной, так и личностной тревожности (Таблица 2). При обследовании до коррекции в группах испытуемых с высокой ($\Delta T1$ группа) или низкой ($\Delta T2$ группа) степенью уменьшения ситуативной тревожности различий в оценках ТЛ и ТС не обнаружено (Таблица 2). После коррекции ТЛ и ТС уменьшались у испытуемых группы $\Delta T1$ и не изменялись у индивидов

$\Delta T2$ группы, при этом значения $TJ2$ и $TC2$ были достоверно выше у испытуемых $\Delta T2$ группы.

Таблица 2. Результаты тестирования личностной (ТЛ) и ситуативной (ТС) тревожности до (1) и после (2) коррекции (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%).

	Все обследуемые	1 группа ($\Delta T1$)	2 группа ($\Delta T2$)	<i>p</i> (1-2 группы)
ТЛ 1 (балл)	45 (38 – 55)	42 (36 – 48)	47 (41 – 56)	-
ТЛ 2 (балл)	31 (25 – 44)	25 (23 – 30)	44 (33 – 53)	<0.001
<i>p</i> (ТЛ1-ТЛ2)	<0.001	<0.001	-	
ТС 1 (балл)	39 (34 – 52)	42 (34 – 52)	38 (37 – 46)	-
ТС 2 (балл)	31(25 – 38)	26 (23 – 32)	38 (33 – 48)	0.003
<i>p</i> (ТС1-ТС2)	<0.001	<0.001	-	

Анализ характеристик ВСР у всех испытуемых (33 человека) показал (Таблица 3), что до коррекции наблюдалось достоверное, по сравнению с исходным состоянием (Фон 1), уменьшение RRNN при тестировании ТЛ1 и увеличение TP при тестировании ТС1. На этапах обследования после коррекции (Фон 2, ТС2 и ТЛ2) по сравнению с аналогичными этапами до коррекции (Фон 1, ТС1 и ТЛ1 соответственно) отмечалось увеличение TP и VLF-компонента спектра ВСР, достигавшее достоверного уровня при тестировании ТЛ2.

Не выявлено достоверных различий абсолютных значений показателей ВСР у испытуемых выделенных групп ни до, ни после коррекции. Однако были обнаружены существенные особенности динамики характеристик сердечного ритма на этапах обследования у индивидов с разной степенью уменьшения ТС (Таблица 3).

У испытуемых $\Delta T1$ -группы во время обследования до коррекции наблюдалось достоверное уменьшение RRNN на этапах тестирования ТЛ1 и ТС1 по сравнению с исходным состоянием (Фон 1). После коррекции значимого уменьшения RR-интервалов на этапах тестирования тревожности, по сравнению с исходным состоянием (Фон 2) не отмечалось. Причем заключительное тестирование ТС2 сопровождалось достоверно большей длительностью RR-интервалов, чем тестирование до коррекции. На этапах тестирования после коррекции у испытуемых 1-й группы наблюдались более высокие, чем на соответствующих этапах первичного тестирования значения TP и мощности VLF-компонента спектра ВСР.

Достоверного уровня различия достигали в исходном состоянии (Фон 2 по сравнению с Фон 1) для VLF-компонента и при тестировании личностной тревожности (ТЛ2 по сравнению с ТЛ1) для ТР и VLF-компонента спектра ВСР. При тестировании личностной тревожности (ТЛ2) наблюдалось также достоверное увеличение мощности VLF-компонента по сравнению с исходным состоянием (Фон 2).

Таблица 3. Характеристики сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%) до (1) и после (2) коррекции в исходном состоянии (Фон) и при тестировании ситуационной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности у всех обследованных и испытуемых выделенных групп.

Характеристики	Фон 1	ТС1	ТЛ1	Фон 2	ТС2	ТЛ2
	Все обследованные (33 человека)					
RRNN (мс)	802 716-824	785 732-817	769# 727-811	809 767-853	799 770-856	788 750-863
ТР (мс ²)	1505 968-2405	1708# 1120-3004	1671 958-2360	1946 1061-2860	1996 1147-3240	2194* 1224-3107
VLF (мс ²)	546 326-1019	580 412-1124	722 358-921	677 458-1047	846 371-1159	795* 571-1344
1-я группа (ΔТ1, 17 человек)						
RRNN (мс)	815 730-821	780# 732-808	769# 738-790	830 776-853	816* 776-918	804 750-921
ТР (мс ²)	1505 1007-1793	1658 1081-2410	1688 981-2110	1963 1082-2555	2055 1735-2441	2384* 1726-3197
VLF (мс ²)	546 367-721	540 412-1028	722 275-920	617* 428-1047	788 386-1108	1023#* 563-1483
2-я группа (ΔТ2, 13 человек)						
RRNN (мс)	809 716-858	799 733-881	807 741-871	807 767-849	797 786-846	787 758-842
ТР (мс ²)	1459 760-2150	1403 779-3004	1654 935-2409	1296 1058-2475	1274 798-3077	1620 1191-2501
VLF (мс ²)	492 228-1019	580 391-898	585 358-831	546 458-726	803 305-1066	737 568-997

Примечание. # - достоверное изменение характеристик ВСР при тестировании тревожности по сравнению с исходным состоянием (Фон 1 или Фон 2) в пределах каждого обследования; *- достоверное изменение характеристик ВСР на этапах обследования после коррекции по сравнению с соответствующими этапами обследования до коррекции ($p < 0.05$).

У испытуемых ΔТ2-й группы с низкой степенью уменьшения ТС, после коррекции не отмечалось достоверного снижения тревожности и

изменения характеристик ВСР. Ни до, ни после коррекции достоверных изменений длительности RR-интервалов во время тестирования тревожности, по сравнению с исходным состоянием не наблюдалось.

Уменьшение длительности RR-интервалов при первичном тестировании тревожности у испытуемых $\Delta T1$ группы и отсутствие достоверного изменения этого показателя в аналогичной ситуации у индивидов $\Delta T2$ группы свидетельствует о исходном преобладании у первых оборонительного компонента в структуре интеллектуальной деятельности. В результате коррекции у этих индивидов изменялся характер реагирования на информационную нагрузку и преобладающим становился ориентировочный компонент.

Таким образом, было обнаружено, что коррелятом уменьшения тревожности является изменение динамики показателей сердечного ритма при информационной нагрузке, наиболее выраженное у индивидов с высокой степенью уменьшения ситуативной тревожности.

Ни при первичном, ни при заключительном обследовании не выявлено достоверных различий абсолютных значений показателей тревожности и ВСР в группах испытуемых, выделенных по гендерному признаку (женщины – 16 человек, мужчины – 17 человек).

У испытуемых контрольной группы значимых изменений личностной и ситуативной тревожности, уровня и структуры эмоционального напряжения, характеристик ВСР и их динамики во время информационной нагрузки при втором обследовании, по сравнению с первым не обнаружено.

Изменение структуры и величины психоэмоционального напряжения при коррекции психоэмоционального состояния. У испытуемых основной группы после коррекции наблюдалось достоверное уменьшение, как суммарной оценки, так и оценок, связанных с четырьмя выделенными типами рассогласования ($p < 0.001$).

У испытуемых, различающихся по степени уменьшения ТС, обнаружены различия в исходной структуре эмоционального напряжения. У испытуемых $\Delta T1$ группы, по сравнению с испытуемыми группы $\Delta T2$, отмечалась достоверно большая доля 2-го типа ($p = 0.017$) и меньшая - 4-го типа ($p = 0.025$) эмоционального напряжения. После коррекции у испытуемых $\Delta T1$ группы наблюдалась перестройка структуры психоэмоционального напряжения, проявляющаяся в уменьшении доли напряжения 1-го типа, а у испытуемых $\Delta T2$ группы она практически не изменялась (Рисунок 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что соотношение компонентов эмоционального напряжения, обусловленных 2-м и 4-м типами рассогласования, можно рассматривать в качестве критерия прогнозирования эффективности коррекции психоэмоционального состояния с использованием разработанной технологии.

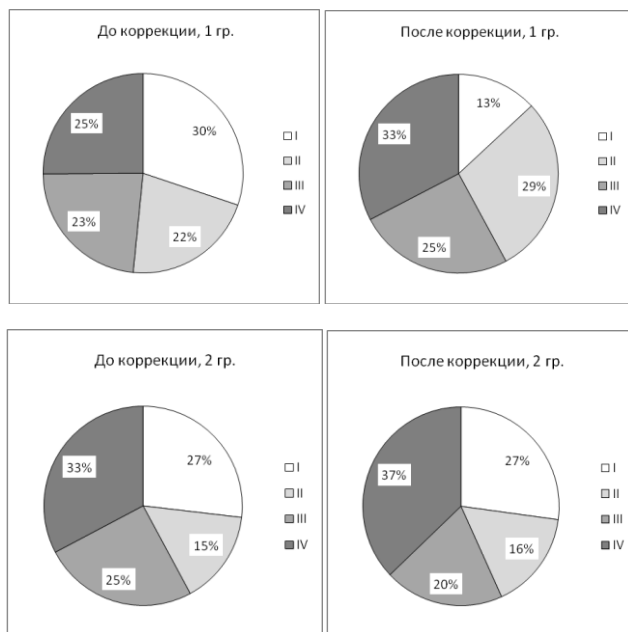


Рисунок 2. Структура эмоционального напряжения (%) до и после коррекции у испытуемых различающихся по степени уменьшения ТС (группы $\Delta T1$ и $\Delta T2$). I, II, III, IV – доля психоэмоционального напряжения соответствующего типа рассогласования ($U1, U2, U3, U4$).

Традиционно используемые для оценки тревожности тесты, в том числе и тест Спилбергера, рассматривают личностную тревожность в качестве непрерывного континуума от низкой до высокой. Однако проявления тревожности существенно связаны с рядом других факторов. Таких, например, как агрессивность, импульсивность, мотивации избегания или одобрения [Scarpa A., Raine A., 1997; Собчик Л.Н., 2003; Hatfield J., Dula C.S., 2014]. Хорошо известна концепция индивидуальных стилей переживания тревоги, согласно которой личностная тревожность

является гетерогенным феноменом и характеризуется индивидуальными различиями в тенденциях реагирования на угрожающую информацию на когнитивном и физиологическом уровнях [Афтанас Л.И., 2000]. Результаты проведенного исследования дают основания предполагать, что сочетание тревожности с преобладанием в структуре эмоционального напряжения компонентов, обусловленных тем, или иным типом рассогласования, связано с разными стилями переживания тревоги.

Динамика характеристик ВСР при уменьшении тревожности в зависимости от индивидуального соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм. Дисперсионный анализ не выявил значимого эффекта переменной «группа LF/HF» на уровень ТЛ и ТС ни при первичном, ни при заключительном обследовании, при достоверном ($p < 0.05$) снижении тревожности и эмоционального напряжения у испытуемых всех групп после коррекции.

У испытуемых 1-й группы, с низкими исходными значениями соотношения LF/HF, обусловленными низкой мощностью LF компонента спектра ВСР, после коррекции в состоянии покоя наблюдалось увеличение мощности LF диапазона и общей мощности спектра, а при тестировании тревожности - VLF диапазона и TP (Таблица 4). У индивидов 2-й группы значения показателей ВСР в наибольшей мере соответствовали должным величинам, и изменения характеристик ВСР после коррекции не отмечалось. У испытуемых 3-й группы с относительно высоким исходным соотношением LF/HF, после коррекции отмечалось некоторое снижение этого показателя, не достигавшее, однако, достоверного уровня. У индивидов 4-й группы с высокими исходными значениями соотношения LF/HF, обусловленными низкой мощностью HF диапазона спектра ВСР, после коррекции отмечалось увеличение мощности HF компонента и длительности R-R интервалов ЭКГ при уменьшении соотношения LF/HF.

Выявлены особенности динамики показателей ВСР при одинаковой степени уменьшения тревожности в результате коррекции в зависимости от исходного соотношения симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм. При снижении тревожности в результате коррекции эмоционального состояния наблюдалась тенденция к оптимизации симпато-парасимпатического баланса и возвращению к должному уровню наиболее отклонившихся от него исходно характеристик ВСР.

Таблица 4. Характеристики сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%) до (1) и после (2) коррекции в

исходном состоянии (Фон) и при тестировании ситуационной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности у испытуемых с низкими (1 гр.) и высокими (4 гр.) значениями соотношения LF/HF.

Характеристики	Фон 1	ТС1	ТЛ1	Фон 2	ТС2	ТЛ2
1-я группа (LF/HF)						
TP (мс ²)	1029 237-873	1606 482-1711	1688 823-641	2411* 856-1694	2785 1104-2121	2839* 923-869
LF (мс ²)	280 225-366	516 249-1598	477 362-713	643* 416-1173	716 358-964	821 581-1028
LF/ HF	0.68 0.57-0.89	1.02 0.81-1.48	1.29 0.78-1.96	1.16 0.51-1.94	0.85 0.72-1.20	1.09 0.74-2.16
VLF (мс ²)	421 266-691	629 509-1125	866 532-1293	856 460-1382	1111* 868-4022	1273* 821-1978
4-я группа (LF/HF)						
RRNN(vс)	730 24-26	733 49-57	718 32-54	841* 74-12	834* 95-17	840* 93-28
HF (мс ²)	122 83-240	322 108-459	177 60-324	211* 118-849	349 96-633	402* 79-922
LF/ HF	4.57 3.73-4.74	3.50 2.69-4.25	4.18 2.94-5.50	2.52* 1.28-4.00	2.78* 2.19-3.96	2.70* 1.29-5.42
VLF (мс ²)	546 324-762	412 256-1124	585 377-722	546 475-794	942 616-1209	795* 608-1377

Примечание. *- достоверное изменение характеристик ВСР на этапах обследования после коррекции по сравнению с соответствующими этапами обследования до коррекции ($p < 0.05$).

ВЫВОДЫ

1. Впервые показано, что физиологическими коррелятами величины эмоционального напряжения оцениваемого с помощью оригинальной методики «Самодиагностика», являются не абсолютные значения, а особенности динамики характеристик ВСР во время информационной нагрузки (выбор ответов в психологических тестах). У индивидов с низким уровнем эмоционального напряжения во время тестирования наблюдалось увеличение вариабельности сердечного ритма, свидетельствующее о преобладании ориентировочного компонента в структуре деятельности. У испытуемых с высоким уровнем эмоционального напряжения при выполнении тестов отмечалось уменьшение мощности HF при увеличении мощности LF диапазона и соотношения LF/HF, свидетельствующие об усилении симпатических влияний и отражающие преобладание оборонительного компонента в структуре деятельности.

2. В результате коррекции психоэмоционального напряжения с использованием оригинальной технологии его словесно-эмоциональной реорганизации у испытуемых, наряду с уменьшением эмоционального напряжения, наблюдалось снижение не только ситуативной, но и личностной тревожности.

3. Впервые показано, что коррелятом уменьшения тревожности является изменение динамики показателей сердечного ритма при информационной нагрузке. До коррекции при тестировании личностной тревожности, по сравнению с исходным состоянием отмечалось уменьшение длительности RR интервалов ЭКГ, свидетельствующее о преобладании оборонительного компонента в структуре когнитивной деятельности. После коррекции во время тестирования тревожности наблюдалось повышение общей мощности и мощности VLF диапазона спектра ВСР, свидетельствующие о большей выраженности ориентировочного компонента в составе когнитивной деятельности.

4. Одним из факторов, обуславливающих индивидуальные особенности изменения характеристик сердечного ритма при снижении тревожности в результате коррекции, является исходное соотношение мощности низко- и высокочастотных компонентов (LF/HF) спектра ВСР, отражающее баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердечную деятельность. После коррекции наблюдается тенденция к оптимизации симпато-парасимпатического баланса и возвращению к должному уровню наиболее отклонившихся от него исходно характеристик вариабельности сердечного ритма.

5. Предложенный способ коррекции психоэмоционального состояния, при достоверном положительном эффекте у всех испытуемых, оказался наиболее эффективен для индивидов с исходным преобладанием оборонительного компонента в структуре деятельности и, соответственно, тревожного – в спектре мотивации. В результате коррекции у этих индивидов изменялся характер реагирования на информационную нагрузку и преобладающим становился ориентировочный компонент.

6. Прогностическим критерием эффективности коррекции психоэмоционального состояния с использованием технологии его словесно-эмоциональной реорганизации является сочетание большей выраженности в структуре эмоционального напряжения, компонента, обусловленного рассогласованием II-го типа («переживание вины») при меньшей представленности компонента, обусловленного рассогласованием

IV-го типа («ожидание заведомо неприятного переживания»), выявляемых по методике «Самодиагностика».

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Клименко Т.В., Кузичев И.А., Николаев А.Б., Судаков С.К., Щелканов В.И. Реабилитация наркотически зависимых лиц путем словесноэмоциональной реорганизации их патологических динамических стереотипов. Методическое руководство. Москва. 2009. С.56.
2. Судаков К.В., Кузичев И.А., Николаев А.Б., Щелканов В.И. Эволюция терминологии и схем функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. Москва. 2010. С.238.
3. Николаев А.Б., Клименко Т.В., Судаков С.К. Самодиагностика коэффицента полезного действия «КПД» жизнедеятельности. Методическое пособие. Москва. 2013. С.48.
4. Николаев А.Б. Восстановление и совершенствование саморегуляции. Материалы Второго Российского Конгресса по комплементарной медицине. 2014. С.246-249.
5. Николаев А.Б. Коррекция психоэмоционального напряжения путем словесноэмоциональной реорганизации динамических стереотипов рассогласований с позиции теории функциональной системы. Материалы IV Международной междисциплинарной конференции «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций». 2015. С.522-524.
6. Николаев А.Б. Эффективный подход к здоровью человека с позиции теории функциональной системы научной школы П.К. Анохина - К.В. Судакова. Комплементарная медицина: состояние и перспективы правового регулирования. М.: Издание Государственной Думы. 2015. С.72-79.
7. Николаев А.Б., Джебраилова Т.Д. Динамика характеристик сердечного ритма во время психологического тестирования. **Вестник новых медицинских технологий**. Электронное издание. 2017. №1. Публикация 2–19. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-19.pdf>
8. Николаев А.Б. Прогнозирование проявления человеческого фактора и коррекция вероятности его негативного влияния. **Безопасность труда в промышленности**. 2017. №9. С.52-57.
9. Николаев А.Б. Физиологические корреляты результатов тестирования уровня эмоционального напряжения с помощью методики «Самодиагностика». Материалы конференции с международным участием

«Научно-методические проблемы нормальной физиологии и медицинской физики». 2017. С.96-97.

10.Николаев А.Б., Судаков С.К. Метод достижения психоэмоциональной стабильности через реорганизацию индивидуального психоэмоционального напряжения у работников атомной, нефтегазовой отраслей работающих в специальных условиях и условиях повышенной личной ответственности. Методические рекомендации. Москва. 2017. С.88.

11.Николаев А.Б., Джебраилова Т.Д. Индивидуальные особенности динамики тревожности и характеристик сердечного ритма при коррекции психоэмоционального напряжения. **Психическое здоровье**. 2018. №8. С.39-45.

12.Николаев А.Б., Джебраилова Т.Д. Взаимосвязь между тревожностью и вариабельностью сердечного ритма при коррекции психоэмоционального напряжения. **Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова**. 2018. №8. С.984-995.

13.Николаев А.Б. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «САМОДИАГНОСТИКА величины и структуры психоэмоционального напряжения». Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016615284 от 19 мая 2016.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ТС - ситуативная тревожность; ТЛ - личностная тревожность; U_{Σ} - суммарная величина эмоционального напряжения; U_n - величина напряжения n-типа рассогласования; RRNN (мс) – средняя длительность RR - интервалов; CV (%) - коэффициент вариации длительности RR - интервалов; TP (мс²) - общая мощность спектра (0,003-0,40 Гц); HF (мс²) - мощность в высокочастотном диапазоне (0,15-0,40 Гц); LF (мс²) - мощность в низкочастотном диапазоне (0,04-0,15 Гц); VLF (мс²) - мощность в очень низкочастотном диапазоне (0,003-0,04Гц); LF/HF (отн. ед.) - соотношение нормализованной мощности; гр.ЭН1 - группа с низким уровнем эмоционального напряжения; гр.ЭН2 - группа с высоким уровнем эмоционального напряжения; ΔТ1 - группа с высокой степенью уменьшения ситуативной тревожности; ΔТ2 - группа с низкой степенью уменьшения ситуативной тревожности.