

На правах рукописи

**Сиваченко Иван Борисович**

**РЕГУЛЯЦИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В УСЛОВИЯХ  
ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ У МУЖЧИН МОЛОДОГО ВОЗРАСТА  
С РАЗЛИЧНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ НА ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ  
АКТИВНОСТЬЮ**

Специальность: 19.00.02 - психофизиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Санкт – Петербург – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор  
**Медведев Дмитрий Станиславович**

**Официальные оппоненты:**

**Каменская Валентина Георгиевна** – доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент РАО, профессор кафедры психологии и психофизиологии Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина

**Сысоев Владимир Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой военной психофизиологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Защита состоится «19» мая 2022 года в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.016.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (ИП РАН) по адресу: 129366, Москва, ул. Ярославская, д.13, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (ИП РАН): [www.ipras.ru](http://www.ipras.ru)

Автореферат разослан «    » марта 2022 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета



Никитина Е.А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Научно-технический прогресс и усложнение социальной матрицы межличностных связей современного человека привели к тому, что во многих сферах профессиональная деятельность предъявляет повышенные требования к устойчивости - сопротивляемости негативному воздействию психических нагрузок (Жовнерчук, 2012; Поликанова, 2013; Самойленко, 2017; Криволапчук, 2018; Печенкова, Фаликман, 2019). Такая устойчивость обусловлена значительным числом факторов, ведущими из которых являются: характер воздействующей нагрузки; степень восприимчивости к ней организма конкретного человека; индивидуальные особенности личностного отражения ситуации и возможности организма к оптимальной регуляции функций в предъявляемых условиях. Обосновано выделение отдельного явления – эмоционального напряжения, возникающего в результате выполнения человеком задачи значительной сложности (Izard, 1989; Бодров, 1998; Джебраилова, 2005; Николаев, 2013; Патрик, 2016). При этом, в последние десятилетия отмечается значительный рост психосоматических расстройств у специалистов, занятых эмоционально напряженным умственным трудом (Котлер, 2009; Журавлёв, 2009; Жовнерчук, 2012; Горнов, 2020).

Особенно значима проблема эмоционального напряжения для мужчин молодого возраста (20-30 лет) в связи с тем, что эта половозрастная когорта является одной из самых трудоспособных и формирует демографический и призывной потенциал страны. Данная возрастная группа отличается высоким адаптационным потенциалом и периодом возможных критических нагрузок в их профессиональной деятельности (Васюта, 1998 и др.; Мельникова, 2013; Манухина, 2015).

Кроме теоретических проблем, связанных с вопросами влияния когнитивной нагрузки на состояние различных функций человека, актуальной научно-практической задачей является совершенствование методического обеспечения исследований в этой области (Абабков, Перре, 2004; Поликанова, 2013).

### **Степень разработанности проблемы**

В связи с актуальностью проблемы, в последние годы отмечается рост интереса к изучению механизмов выполнения физической работы, как фактору оптимизации функционального состояния организма в условиях эмоционального напряжения (Grews, 2004; Etnier, 2006 и др.; Полянская, 2015; Александров, 2016; Matias Alvarez-Saavedra, 2016; Криволапчук, 2018; Нестеренко, 2020). Результаты целого ряда исследований позволили выявить взаимосвязи между уровнем предшествующей физической активности и вегетативными реакциями человека в условиях воздействия когнитивной нагрузки (Roth, 1987; Grews, 2004; Jeffrey, 2018; Полянская, 2015; Рютин, 2019; Зеленина, 2009). Вместе с тем, практически неизученными остались вопросы обусловленности особенностей вегетативной регуляции от вида физической активности и ее интенсивности.

Основа различий видов физической активности заложена как в разном уровне нагрузок, так и в «целевой ориентации» занятий физическими упражнениями. В нашей работе целевая ориентация человека определяется как центральный компонент мотивации достижения (Уэйнберг, 1998) при занятиях физической активностью, и включает цели, ориентированные на результат и цели, ориентированные на задание. Это понятие впервые было раскрыто в работах J. G. Nicholls в 1984 году (Nicholls, 1984; Dweck, 1986; Уэйнберг, 1998). Целевая ориентация на результат, присущая профессиональным спортсменам, предполагает сопоставление себя с другими участниками и достижение превосходства перед ними. Соревнования, присутствующие в профессиональном спорте, являются самостоятельным значительным стрессорным фактором (Ильин, 2008). Постоянное участие во всё более сложных состязаниях меняет систему отношений спортсмена и способствует физиологической перестройке регуляторных систем, исходя из реального уровня физической и психофизиологической потребности (Сопов, 2010; Ильин, 2008; Ловягина, 2016). Целевая ориентация на задание (процесс) предполагает сопоставление с предыдущими результатами и их улучшение, что лежит в основе занятий физической культурой. В этом случае элемент соревнования выражен в значительно меньшей степени.

Целевая ориентация человека на занятия физической активностью, подтверждённая предшествующими достижениями (спортивной квалификацией, физической подготовленностью), может в значительной степени определять функциональное состояние организма в условиях эмоционального напряжения (Уэйнберг, 1998; Щепкина, 2007; Воробьёва, 2010; Новикова, 2012).

Отмеченные принципиальные различия физической культуры, как способа всестороннего физического развития, и спорта, формируют основу дальнейшего изучения связи между физической активностью и характеристиками вегетативной регуляции человека в условиях эмоционального напряжения.

Согласно позиции ряда европейских исследователей (Neisser, 1974; Mandl, 1983; Parret, 1986; Schwarz, 1992; Kirschner, 2002; Paas, 2003) эмоциональное напряжение может быть обусловлено влиянием когнитивной нагрузки. Нагрузка формируется как при условии дефицита времени, сложности предъявляемой информации, так и в силу отношения человека к выполнению поставленной сложной задачи. Значительное по силе или интенсивности и продолжительное эмоциональное напряжение, возникающее в ответ на когнитивную нагрузку, отражается на психофизиологических реакциях организма, в первую очередь связанных с вегетативной регуляцией функций, таких как изменение показателей электрической активности кожи (Вудвортс, 1950; Critchley, 2000; Колбенева, 2014), частоты сердечных сокращений (Бахчина, 2014; Александров, 2017), фотоплетизмографии (Илюхин, 2006), и может приводить к снижению результативности деятельности.

Результативность деятельности человека в значительной мере определяется степенью экономизации функционирования организма (Катунцев,

2014). Экономичность функционирования всего организма в целом обуславливается возможностями отдельных физиологических систем и совершенствованием механизмов их деятельности. Экономизация, в том числе, выражается в минимизации вегетативных реакций и снижении специфических затрат в процессе выполнения деятельности (Бодров, 1998; Катунцев, 2014).

Для оценки результативности деятельности в условиях эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой, представляется адекватным использование тестов с возрастанием трудности решаемой задачи, в частности вариантов со ступенчато-усложняемым выполнением задания (Кирдяшкина, 1999; Канеман, 2014).

Имеются многочисленные данные о высокой информативности показателей произвольного внимания в диагностике функциональных состояний организма человека. Характеристики внимания рассматриваются как значимые психологические индикаторы результативности деятельности в процессе когнитивной нагрузки (Бодров, 1998; Мельникова, 2013). Внимание рассматривается как специализированная регуляторная система, осуществляющая контроль процессов обработки информации и поведения посредством избирательной модуляции обрабатываемой информации нейронных сетей (Мачинская, 2019).

Таким образом, представляется важным и своевременным изучение динамики показателей вегетативной регуляции и внимания в условиях эмоционального напряжения, опосредованного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, у лиц молодого возраста с различным уровнем физической активности.

**Цель работы** - проверить наличие особенностей динамики психофизиологических характеристик в условиях эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой, у мужчин с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью.

**В соответствии с поставленной целью в работе были сформулированы следующие задачи:**

1. Оценить диагностические возможности авторского варианта выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица», предназначенного для оценки эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой.

2. Выявить информативные показатели авторского варианта выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» для оценки эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой.

3. Изучить динамику показателей электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, фотоплетизмографии у лиц с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью в условиях эмоционального напряжения, обусловленного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой.

4. Сравнить динамику показателей электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, фотоплетизмографии в условиях

эмоционального напряжения между группами с различным уровнем распределения и переключения внимания.

5. Сравнить паттерны психофизиологических реакций, выявленные в группах с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью и в группах с различным уровнем распределения и переключения внимания.

### **Гипотеза исследования**

В условиях эмоционального напряжения, обусловленного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, в зависимости от целевой ориентации на занятия физической активностью возможны различные типы регуляции вегетативных функций.

**Объект исследования:** регуляция вегетативных функций в условиях эмоционального напряжения, у мужчин молодого возраста.

**Предмет исследования:** связь целевой ориентации на занятия физической активностью и характера динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой.

### **Научная новизна исследования**

Предложена методика моделирования ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки, предусматривающая выполнение теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» в условиях помех и повышенной мотивационной значимости с одновременной регистрацией электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, состояния сосудистого тонуса и кровенаполнения сосудов в режиме реального времени и последующим анализом отдельных этапов выполнения теста методами математического описания графиков функций и графических отображений (авторский вариант выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица»), позволяющая оценивать психофизиологические реакции в условиях эмоционального напряжения.

Определены показатели авторского варианта выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» для оценки эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой: максимумы и минимумы значений, коридор изменений значений, расчётный коэффициент возрастания / убывания значения показателя.

Впервые изучена динамика показателей электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, фотоплетизмографии во время ступенчато-возрастающей когнитивной нагрузки, у мужчин молодого возраста с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью.

Выявлены закономерности динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения в группах с различным уровнем концентрации и распределения внимания непосредственно в период ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки.

Установлено, что паттерны психофизиологических реакций, характерные для лиц с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью и лиц с различным уровнем распределения и переключения внимания, в значительной степени коррелируют между собой.

### **Практическая значимость исследования**

Результаты исследования расширяют представления о связях между физической активностью и механизмами психофизиологической регуляции деятельности в условиях эмоционального напряжения.

Полученные результаты целесообразно использовать в методическом обеспечении учебного процесса ВУЗов, медико-психологическом сопровождении персонала, занятого эмоционально-напряженным умственным трудом.

Авторский вариант выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» позволяет проводить оценку эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой. Усложнение тестовых заданий, а также ступенчатый характер предъявляемой нагрузки позволяют оценить динамику и уровень функциональной мобилизации организма в процессе выполнения умственной деятельности.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Особенности регуляции вегетативных функций в условиях эмоционального напряжения, вызванного когнитивной нагрузкой, у мужчин молодого возраста обусловлены их целевой ориентацией на занятия физической активностью.

2. Оценка динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения позволяет охарактеризовать степень мобилизации организма, а также соотношение активности парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы, уровень централизации регуляции.

3. У лиц, систематически занимающихся физической культурой, в отличие от профессиональных спортсменов и лиц, имеющих низкий уровень физической активности, в условиях эмоционального напряжения наблюдается значительная функциональная экономизация за счёт специфических паттернов регуляции вегетативных функций.

**Апробация работы.** Основные материалы диссертации доложены и обсуждены на международном конгрессе Summer School on Stress From Hans Selye's original concept to recent advances An interactive educational experience June 25-28, 2019 St. Petersburg, Russia; XV Международном Междисциплинарном Конгрессе «Нейронаука для медицины и Психологии», Судак, Крым, Россия, 30 мая - 10 июня 2019 года; XVI Международном Междисциплинарном Конгрессе «Нейронаука для медицины и Психологии», Судак, Крым, Россия, 6-16 октября 2020 года; Всероссийской научной конференции Молодых учёных 16-18 сентября 2020 года; Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 95-летию Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, Интегративная физиология 9-11 декабря 2020; Международной научно-практической конференции «Инновации в науке и практике» 8 декабря 2020г.

Результаты исследования используются в научно-методическом обеспечении исследований ФГУП «Научно-исследовательском институте

гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, а также реализованы в учебном пособии «Физическая активность и эмоциональное напряжение» Санкт-Петербургского Медико-социального института.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 152 страницах. Работа состоит из введения; 3-х глав - обзор литературы, организация исследования, результаты (включая анализ и обсуждение); выводов и списка литературы, включающего 149 источников. Работа иллюстрирована 32 рисунками и 27 таблицами.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение.** Представлена актуальность темы исследования, сформулирована решаемая научно-практическая задача, объект, предмет, цель, гипотеза и задачи исследования, раскрывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость, излагаются положения, выносимые на защиту.

**Глава 1.** В первой главе «Теоретические подходы к изучению психофизиологических реакций в условиях эмоционального напряжения» изложены основные понятия и теоретические основы работы.

**В параграфе 1.1** изложены научные представления об эмоциональном напряжении и его отражении на вегетативной регуляции и на результативности деятельности; представлены теоретический анализ взаимосвязи эмоционального напряжения и когнитивной нагрузки, а также сведения о психофизиологических реакциях в условиях эмоционального напряжения.

**В параграфе 1.2** представлен анализ, направленный на оценку значимости физической активности в современном мире, а также изучение содержательных различий между целевой ориентации физической активности на уровне профессионального спорта и занятий физической культурой. В связи с проблемой гиподинамии стимулирование физической активности признается в мире в качестве приоритета общественного здравоохранения (Документы ВОЗ: Стратегия в области физической активности для Европейского региона, 2016–2025 гг.; 2013; Повышение уровня активности людей для укрепления здоровья в мире, 2016; Юные и физически активные, 2018). Основа различий между спортом и физкультурой заложена в разной мотивации и, как следствие, уровне и интенсивности нагрузок. Соревнования, присутствующие в профессиональном спорте, являются самостоятельным значительным стрессогенным фактором. Постоянное участие в сложных состязаниях меняет систему отношений спортсмена и способствует физиологической перестройке регуляторных систем, исходя из реального уровня физической и психофизиологической потребности (Сопов, 2010; Ловягина, 2016).

**В параграфе 1.3** обоснована актуальность разработки моделей, позволяющих оценить динамику индикаторов эмоционального напряжения в процессе формирования когнитивной нагрузки. Представлены результаты анализа существующих моделей, показаны их сильные стороны и методические ограничения (Алексеев, 2006; Полянская, 2015 и др.).

**Глава 2.** Во второй главе обоснован комплекс методик для проведения оценки целевой ориентации физической активности, а так же вегетативной

регуляции и внимания в условиях эмоционального напряжения, вызванного ступенчато-возрастающей когнитивной нагрузкой.

**В параграфе 2.1** обоснована методика моделирования когнитивной нагрузки, предусматривающая авторский вариант выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» в условиях повышенной мотивации и помех с регистрацией показателей вегетативной регуляции и последующим анализом отдельных этапов выполнения теста. Когнитивная нагрузка осуществляется путем предъявления участнику заданий теста Горбова-Шульте на внимание с увеличением сложности и темпа их выполнения. Тест предусматривает 3-х кратное предъявление таблиц 7\*7 квадратов в условиях дефицита времени (3 ступени усложнения выполнения теста), повышенной мотивации (моделируется элемент соревнования) и влияния помех (метронома с частотой - 1 стук в секунду). В период тестирования осуществляется непрерывная регистрация показателей фотоплетизмографии (ФПГ)- состояния сосудистого тонуса и кровенаполнения сосудов, частоты сердечных сокращений (ЧСС), электрической проводимости кожи (КПр). Показана высокая информативность выделения и оценки отдельных этапов выполнения теста Горбова-Шульте: этап оперативного покоя (время непосредственно перед тестированием), 3 ступени (этапа) выполнения усложняемого задания, 2 паузы между этапами выполнения задания, этап последействия (время после выполнения задания).

**В параграфе 2.2** представлен порядок проведения исследования.

**В параграфе 2.3** представлен комплекс методик и описание выборки исследования.

Для оценки психологического состояния участников исследования использовалась «Методика выбора способов саморегуляции» (Романцева А.Ф.), тест «Самочувствие, активность, настроение» (САН), интегративный тест тревожности.

Всего в исследовании приняли участие 218 мужчин, в возрасте 20-30 лет с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью.

Практическая часть работы выполнялась в три этапа.

Таблица 1. Распределение участников исследования.

	Задача	Участники
1 Этап	Апробация методики моделирования условий когнитивной нагрузки и оценка динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения	n=218 чел. Разделены на две группы: 1 группа (n=124), которые прошли методику когнитивной нагрузки, 2 группа (n=94) контрольная
2 Этап	Изучение динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения между лицами с различным уровнем физической активности	124 участника, после тестирования были поделены на три группы по уровню физической активности: 1) лица, занимающиеся физической культурой (n= 41) 2) профессиональные спортсмены

		– (n=52) 3) не занимающиеся физической культурой и спортом (n=31).
3 Этап	Изучение динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения между группами, различающимися по уровню распределения и переключения внимания.	Те же 124 человека, которые прошли методику когнитивной нагрузки после тестирования были разделены на другие три подгруппы - по уровню распределения и концентрации внимания: 1) высокий (n=40) 2) средний (n=44) 3) низкий (n=40).

Формирование групп участников проводилось на основании целей физической активности, количества и интенсивности тренировок, спортивной квалификации, с учётом классификации, предложенной в глобальных рекомендациях по физической активности для здоровья Всемирной организации здравоохранения (Всемирная организация здравоохранения, 2010). Для объективизации разделения участников исследования на группы данные анкетирования о количестве и интенсивности тренировок, целей занятий физической активностью, сопоставлялись с объективными показателями физической подготовленности – сведениями о спортивной квалификации участников и результатами предъявленной физической нагрузки на беговой дорожке «Intertrack-750» (Schiller, Швейцария).

Для отбора к участию в исследовании кандидаты проходили скрининговое обследование (осмотр врачом – терапевтом и анализ ЭКГ).

Работа выполнена при соблюдении основных биоэтических правил и требований с научным обоснованием планируемых исследований, анализом возможных рисков и дискомфорта, описанием исследования для неспециалистов и получением информированного согласия от участников (Генин, 2001).

**В параграфе 2.3** описаны используемые в работе методы математической обработки данных. Получаемые в результате исследования данные подвергаются компьютерной обработке с использованием пакетов прикладных программ "Microsoft Excel 2010" и GraphPad Prism ver 6.01.

Статистическая значимость различий между группами и по этапам тестирования оценивалась с помощью критериев Манна-Уитни и Вилкоксона. Нормальность распределения подтверждалась оценкой распределения по Колмогорову-Смирнову. Для выявления зависимости между несколькими показателями использовался корреляционный анализ с расчётом коэффициента корреляции и уровня достоверности.

Обработка первичных результатов регистрации физиологических показателей (выявление и удаление артефактов, применение фильтров, расчёт показателей), результатов выполнения теста Красно-чёрные таблицы Шульте-

Горбова, проводится с использованием аппаратно-программного комплекса «Эгоскоп» (Медиком МТД, г. Таганрог).

Для оценки степени напряжения регуляторных механизмов использовались методы математического описания графиков функций и графических отображений, а именно: оценка максимумов и минимумов, оценка коридора изменений значений, расчётный коэффициент возрастания / убывания значения показателя.

**Глава 3.** В данной главе представлены результаты исследования.

**Параграф 3.1** Представлены результаты оценки возможностей методики моделирования ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки и динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения в моделируемых условиях.

Предложенная модель ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки была оценена по динамике физиологических реакций во время ее выполнения (124 человека в основной группе и 94 человека в группе контроля). В таблице 2 представлены средние значения физиологических коррелятов эмоционального напряжения по результатам исследований.

Таблица 2. Средние значения показателей вегетативной регуляции на этапах выполнения методики когнитивной нагрузки

Группа / Этап тестирования	Исход. знач.	Чёрные цифры	Первая пауза	Красные цифры	Вторая пауза	Красные и чёрные	Завершение
<b>Время распространения пульсовой волны, мс</b>							
Основная группа (n=124)	277,2±8,0	269,0±5,0	258,3±6,9	<b>282,4±6,7</b>	277,8±5,7	265,4±3,4	281,1±11,2
Группа контроля (n=94)	264,0±11,4	259,5±9,8	261,8±10,4	253,8±10,4	261,0±11,2	255,2±10,9	273,0±15,0
<b>Время быстрого кровенаполнения, мс</b>							
Основная группа (n=124)	59,8±1,5	58,3±0,5	<b>60,7±1,0*</b>	59,3±0,6	59,2±0,7	59,7±0,4*	62,3±1,7
Группа контроля (n=94)	60,8±1,0	60,0±0,9	58,8±1,0	59,5±0,9	59,5±0,9	59,5±0,9	61,8±1,6
<b>Время медленного кровенаполнения, мс</b>							
Основная группа (n=124)	60,3±1,2	62,3±0,9*	61,8±1,0	61,2±0,9	62,6±1,3*	62,1±0,9*	64,8±1,7*
Группа контроля (n=94)	60,9±1,5	61,6±1,4	61,1±1,4	60,8±1,6	61,1±1,5	62,0±1,5	63,4±1,7
<b>Скорость распространения пульсовой волны, м/с</b>							
Основная группа (n=124)	7,4±0,2	7,8±0,1	8,3±0,2*	7,6±0,1	7,6±0,2	7,8±0,1*	7,4±0,3
Группа контроля (n=94)	7,6±0,3	8,2±0,2	7,8±0,3	8,1±0,3	8,1±0,3	8,2±0,3	7,8±0,4
<b>Частота сердечных сокращений, уд/мин</b>							
Основная группа (n=124)	63,4±1,1	<b>67,8±1,3*</b>	<b>68,4±1,5*</b>	<b>68,7±1,3*</b>	<b>69,5±1,4*</b>	<b>72,9±1,4*</b>	<b>66,5±1,3*</b>
Группа контроля (n=94)	62,1±1,0	62,6±1,1	62,3±1,0	61,4±1,2	62,7±1,0	63,2±1,0	62,8±1,9
<b>Кожная проводимость, мкСм</b>							

Основная группа (n=124)	42,4±1,5	42,9±1,5*	<b>42,9±1,5*</b>	<b>43,1±1,5*</b>	<b>43,6±1,6*</b>	<b>44,6±1,6*</b>	<b>46,6±1,7*</b>
Группа контроля (n=94)	43,9±1,9	44,0±1,9	44,1±1,9	44,2±1,9	44,2±1,9	44,2±1,9	44,3±1,9

\* - различия в группе достоверны (критерий Вилкоксона,  $p < 0,05$ ) по сравнению с исходными значениями; жирным шрифтом - различия достоверны (критерий Манна-Уитни,  $p < 0,05$ ) по сравнению с группой контроля.

Регуляторная система человека включает механизмы разного уровня и скорости регуляции (Гаврилова, 2014). Показатели ФПГ обладают слабой надёжностью при больших интервалах измерения, однако крайне реактивны и чувствительны, что может стать основой каскада краткосрочных регуляторных ответов на изменения в предъявляемой нагрузке. Можно предположить, что нестабильные колебания показателей ФПГ в границах узкого диапазона значений формирует хорошо оптимизированная система баланса краткосрочного напряжения – восстановления, обусловленная гибкостью и подвижностью функционального резерва системы сердечно-сосудистой регуляции.

Информативными в исследовании оказались показатели ЧСС и КПр. Усложнение тестовых заданий, а также ступенчатый характер предъявляемой нагрузки позволили оценить степень мобилизации функциональных резервов организма испытуемых процессе прохождения методики. Значительное превышение расчётного коэффициента возрастания значений показателя в среднем на этапах пауз относительно этапов нагрузки по показателю КПр (на 6,7%) свидетельствует об увеличении активности процессов централизации регуляторных механизмов. Усиление контроля со стороны более высокоорганизованных нейрональных структур (ядра ствола мозга, гипоталамуса и коры головного мозга) повышают физиологическую стоимость деятельности (Гаврилова, 2014; Баевский, 1999). Значительный рост электрической проводимости кожи на этапе выполнения третьего, самого сложного задания привело к резкому увеличению диапазона изменений относительных величин КПр (в 2,1 раза), по всей видимости, обусловлено истощением доступных ресурсов и включением резервов с вовлечением гуморально-метаболического механизма регуляции.

Резкое повышение ЧСС (на 6,9%) на этапе выполнения первого тестового задания характеризует отчётливый переход с управления автономного контура регуляции организма испытуемых основной группы на центральный. Данном этап сопровождается функциональной мобилизацией. Последующее увеличение значения ЧСС характеризует усиление реакции со стороны сердечно-сосудистой системы. Резкое увеличение ЧСС на этапе выполнения третьего задания (на 5,3%) характеризует процесс активного вовлечения симпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляцию функций организма. При этом, значительное снижение ЧСС (на 6,5%) на этапе завершения свидетельствует о переходе к восстановлению.

Таким образом, оценка динамики коррелятов эмоционального напряжения позволяет охарактеризовать степень мобилизации

функциональных резервов организма, превалирующее влияние парасимпатического или симпатического отделов вегетативной нервной системы, процесс централизации регуляции, уровень активизации гормонального гомеостаза, и в конечном счете, характеристику использования внутренних ресурсов. Полученные результаты согласуются с данными А.С. Климова и соавторов (Климов, 2012) при проведении тестирования с применением дозированной нагрузки.

**Параграф 3.2** Представлены результаты оценки динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения в группах с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью.

Для проведения оценки психофизиологических реакций в условиях эмоционального напряжения, вызванного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, у лиц с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью, основная группа (n=124) была разделена по степени вовлечённости в физкультурно-спортивную деятельность и сформированы три группы: 1) занимающиеся профессиональным спортом (ПС), 2) занимающиеся физической культурой (ФК), 3) не занимающиеся физической культурой и спортом (ФКиС). Характеристика выделенных групп представлена в таблице 3.

Таблица 3. Обобщённые характеристики выделенных групп

Характеристика / группа	Занимающиеся ПС, чел.	Занимающиеся ФК, чел.	Не занимающиеся ФКиС, чел.
Цели физической активности	Спортивные достижения	Поддержание «хорошей» физической формы, оздоровление	Ситуативный активный отдых, развлечения.
Уровень физической активности	Высокая интенсивность тренировок, 3-6 и более раз в неделю	Умеренная интенсивность тренировок, не более 2 раз в неделю	Низкая интенсивность ситуативных занятий, менее 1 раза в неделю
Квалификация	98,1% наличие спортивного разряда (включая 42,3% - МС)	48,8% наличие спортивного разряда от КМС (19,5%) до 2 взр. разряда.	93,5% участников без спортивного разряда.
Физические показатели на беговой дорожке (достоверные различия)	Наибольшие значения мощности, выполненной работы и времени выполнения нагрузки	Средние значения мощности, выполненной работы и времени выполнения нагрузки	Наименьшие значения мощности, выполненной работы и времени выполнения нагрузки
Психологическое состояние участников	По показателям самочувствия, активности, настроения средние значения выше 5.0 баллов, что свидетельствует, о высоком уровне составляющих функционального психоэмоционального состояния. Уровень ситуативной тревожности, так же не выходит за границы нормы (ниже 3,0 баллов) Достоверных различий между группами не выявлено.		
Используемые методы произвольной	Чаще используют методы саморегуляции;	Реже используют методы саморегуляции;	В меньшей степени используют методы саморегуляции; не

саморегуляции (соотносится с данными Mónika Miklósi, 2014)	в основном конструктивные – логического понимания ситуации, управление дыханием	высокая избирательность методов, предпочитаемые методы – анализ собственного состояния	используют методы анализа собственного состояния
--	---	--	--

Среди участников группы лиц, не занимающихся ФКиС, 6,5% (2 человека) имеют квалификацию КМС и 1 взрослого разряда. Эти лица были отнесены к указанной группе так как в настоящий момент не заинтересованы в спортивной деятельности и не занимаются физическими тренировками.

Все участники исследования выполняли нагрузочный тест на беговой дорожке. Оценивались следующие показатели: максимальная (достигнутая) мощность на килограмм массы тела, Вт/кг; выполненная работа (энерготраты на массу тела, Вт\*мин/кг); время выполнения нагрузки, мин.

Значения удельной максимальной мощности по всей выборки представлены в диапазоне от 9,9 до 18,9 Вт/кг. Максимальные значения выполненной работы, а также времени выполненной нагрузки в группе занимающихся ПС практически в 2 раза выше, чем в других группах.

Группа спортсменов достоверно (критерий Манна-Уитни,  $p < 0.05$ ) отличалась от остальных двух групп по всем трём оцениваемым показателям. Средние значения мощности выполненной работы и времени выполнения нагрузки значительно выше по сравнению с показателями в группе занимающихся ФК (на 13,6%, 30,2% и 20,3%, соответственно), и группы не занимающихся ФКиС (на 21,6%, 36,8% и 25,7%, соответственно). Средние значения оцениваемых показателей в группе занимающихся ФК выше, чем в группе не занимающихся ФКиС (на 10,5, 13,2 и 10,2% соответственно). Отмеченные различия по всем трём показателям достоверны (критерий Манна-Уитни,  $p < 0,05$ ).

Выявленные различия средних значений показателей переносимости нагрузки аэробной мощности подтверждают обоснованность распределения участников исследования по выделенным группам и полностью согласуются с данными опроса.

Полученные результаты оценки психологического состояния свидетельствуют о нормальном психологическом состоянии всех участников исследования на момент исследования.

В таблице 4 представлены итоговые средние значения физиологических коррелятов эмоционального напряжения у лиц с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью по результатам исследований.

Таблица 4. Средние значения показателей вегетативной регуляции у лиц с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью.

Группа / Этап тестирования	Исход. знач.	Чёрные цифры	Первая пауза	Красные цифры	Вторая пауза	Красные и чёрные	Завершение
<b>Время распространения пульсовой волны, мс</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	288,7±13,6	275,7±8,3	251,1±11,5	284,3±9,0	274,2±8,3	<b>274,1±4,4</b>	<b>275,3±16,6</b>
Занимающиеся ФК (n=41)	256,0±8,7	269,5±9,0	259,2±9,3	291,9±15,3*	283,6±11,3*	259,4±6,5	289,4±21,1
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	285,9±19,0	257,3±8,2	269,3±15,3	266,9±9,6	276,1±10,7	258,6±7,7	280,0±22,0
<b>Время быстрого кровенаполнения, мс</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	59,7±1,1	58,9±0,7	<b>61,6±1,3</b>	59,4±0,8	58,4±1,3	59,8±0,6	<b>57,7±1,4</b>
Занимающиеся ФК (n=41)	63,0±4,2	57,6±1,0*	58,1±1,4*	58,4±1,1	59,4±1,0*	59,2±0,8	<b>64,3±4,2</b>
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	55,9±1,3	58,1±1,0	62,7±2,9	60,3±1,0	60,4±1,4	60,3±0,9	67,4±3,0
<b>Время медленного кровенаполнения, мс</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	60,0±1,8	62,3±1,5	62,4±1,6	60,9±1,4	61,2±1,9	<b>62,9±1,3*</b>	67,4±2,9*
Занимающиеся ФК (n=41)	56,9±2,2	60,3±1,5*	59,7±1,5*	<b>59,1±1,6</b>	62,0±2,0*	<b>59,1±1,2</b>	60,9±2,8
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	65,0±2,7	65,2±2,0	63,6±2,2	64,3±1,9	65,9±3,0	64,9±2,0	65,8±3,2
<b>Скорость распространения пульсовой волны, мс</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	7,1±0,3	7,8±0,2	8,4±0,4*	7,6±0,2	7,9±0,3	7,7±0,1	<b>7,2±0,4</b>
Занимающиеся ФК (n=41)	7,6±0,3	7,5±0,2	8,4±0,4	7,5±0,3	7,6±0,3	8,0±0,2	7,4±0,5
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	7,5±0,5	8,0±0,2	8,1±0,4	7,6±0,3	7,1±0,3	8,0±0,2	7,6±0,7
<b>Частота сердечных сокращений, уд/мин</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	62,1±1,8	68,0±2,0	66,5±2,3*	67,6±1,9*	68,7±2,0*	70,5±1,8*	68,1±2,0
Занимающиеся ФК (n=41)	64,3±1,9	66,0±2,2	69,2±2,8*	67,2±2,3	67,8±2,5	73,5±2,5*	65,4±2,3
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	64,3±2,3	69,7±2,9*	70,4±2,8*	72,2±2,8*	73,1±2,8*	76,2±3,2*	65,4±2,6
<b>Кожная проводимость, мкОм</b>							
Занимающиеся ПС (n=52)	42,2±1,8	42,6±1,9	42,6±1,9	43,0±2,0	43,4±2,0*	44,6±2,1*	45,2±2,3*
Занимающиеся ФК (n=41)	42,3±2,8	42,9±2,8	42,7±2,8	42,5±2,8	42,7±2,9	43,8±2,7*	47,0±3,0*
Не занимающиеся ФКиС (n=31)	42,8±3,0	43,3±3,6	43,7±3,7	44,0±3,7	45,1±4,0*	45,6±3,8*	48,1±4,3*

\* - различия в группе достоверны (критерий Вилкоксона,  $p < 0.05$ ) по сравнению с исходными значениями; жирным шрифтом - различия достоверны (критерий Манна-Уитни,  $p < 0,05$ ) по сравнению с группой низкой успешности.

Увеличение времени распространения пульсовой волны, а также времени медленного кровенаполнения сосудов (на 14,0%) в процессе выполнения тестовых заданий у лиц группы «занимающиеся ФК» свидетельствует о более высоком потенциале сердечно-сосудистой системы по сравнению с лицами других групп. Прослеживаемая тенденция к снижению указанных показателей перед выполнением задания может свидетельствовать об изменении функционального состояния, расслаблении организма перед последующим краткосрочным увеличением общего тонуса.

Динамика значений ЧСС в группе лиц, занимающихся ФК, также свидетельствует о невысоком уровне эмоционального напряжения. Можно выделить активную стадию преобладания компонента расслабления в системе вегетативной регуляции у участников данной группы на этапе выполнения второго тестового задания и в последующей паузе. Отмечено снижение ЧСС (на 12,6%) на этапе завершения теста практически до исходных значений. Указанные особенности динамики ЧСС в группе «занимающиеся ФК» могут быть обусловлены присущими оптимальными регуляторными процессами, в основе которых лежит гибкая и подвижная система перестройки с автономного контура регуляции на более централизованные механизмы. Процесс активации функциональных ресурсов, оцениваемый по динамике ЧСС, в группе спортсменов на этапе подготовки к выполнению первого задания характеризует кратковременную активизацию. Максимальное вовлечение ресурсов организма спортсменов способствует улучшению спортивных результатов, что соответствует привычной деятельности соревнования, однако, является затратным. Изменение значений ЧСС на протяжении теста указывают на «допустимое» напряжение регуляторных механизмов. Такие изменения являются возможными проявлениями утомления (Медведев, 1970; Копанев, 1987; Мойкин, 1987). Полученные результаты согласуются с отмеченным в физиологии труда положением, согласно которому при увеличении психической нагрузки человек благодаря волевому усилию, мобилизирующему функциональные резервы организма, может более или менее длительное время поддерживать заданный или необходимый уровень работоспособности (Медведев, 1970; Smelik, 1987; Isard, 1993).

Сравнивая оцениваемые группы по максимальным значениям ЧСС в процессе выполнения теста, коэффициенту возрастания / убывания значений показателя, диапазону изменения средних значений, можно отметить, что в группе лиц, не занимающихся ФКиС, напряжение регуляторных механизмов характеризуется непрерывным возрастанием.

Указанные различия значений КПр в изучаемых группах свидетельствуют о более высоком уровне эмоционального напряжения в условиях эмоционального напряжения, вызванного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, у лиц, не занимающихся ФКиС. При этом, наблюдаемая динамика значений показателя характеризует нарастание напряжения. Коэффициент возрастания / убывания значений показателя отражает уровень «допустимой мобилизации» функциональных резервов. Увеличение расчётного коэффициента от первого этапа к завершению теста на

10,5% свидетельствует об увеличении напряжения регуляторных механизмов. В остальных двух группах выявленный эффект менее выражен. Оценка динамики показателей частоты сердечных сокращений и электрической проводимости кожи у лиц, не занимающихся физическими тренировками, в ситуации предъявления когнитивной нагрузки среди трёх групп характеризуется как «неоптимальная». Динамика показателя в группе «занимающиеся ФК» характеризовалась значительным периодом восстановления, о чем свидетельствовало изменение значений КПр в диапазоне 1,0% вплоть до периода второй паузы. Только на этапе попеременного выбора чисел, регуляторные системы организма начинают реагировать активизацией и использованием ресурсов на предъявляемую нагрузку.

Таким образом, нами были выявлены особенности психофизиологических реакций, характерные для лиц с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью. Это согласуется с известными данными о том, что в условиях эмоционального напряжения человек реагирует как целостная система, отдельные компоненты которой могут оказывать усиливающее или подавляющее влияние друг на друга. Эти системные специфические характеристики могут, в свою очередь, взаимодействовать с такими компонентами, как индивидуально-специфический и стимул-специфический паттерны реакции или модулироваться ими (Зотов, 2009). Физиологические корреляты эмоционального напряжения, отражающие состояние человека в процессе когнитивной нагрузки, с точки зрения положений ресурсной теории, пока еще не явились объектом пристального изучения (Бодров, 2006, Vibeau, 2010, Кармакар, 2010).

**Параграф 3.3** Представлены результаты оценки физиологических коррелятов эмоционального напряжения в группах с различным уровнем распределения и переключения внимания.

Проведённая оценка свойств внимания в группах с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью не показала полного соответствия участников каждой группы выделенным категориям результативности. То есть, не все спортсмены показывают высокий уровень распределения и переключения внимания, не все лица, занимающиеся ФК и не занимающиеся ФКиС имеют средние и низкие результаты соответственно. Поэтому, было решено провести более глубокий анализ: разделить всю экспериментальную выборку по результативности деятельности (на три группы), оценить психофизиологические реакции в условиях эмоционального напряжения участников каждой группы, сравнить паттерны психофизиологических реакций, характерные для групп с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью и групп с различным уровнем распределения и переключения внимания.

Сформированные три группы имеют достоверные (Манн-Уитни,  $p < 0,05$ ) различия по показателям внимания. В результате проведённых исследований были получены средние значения динамических характеристик эмоционального напряжения, представленные в таблице 5.

Таблица 5. Средние значения показателей вегетативной регуляции на этапах выполнения методики оценки влияния когнитивной нагрузки.

Группы по уровню распределения и переключения внимания / Этап тестирования	Исход. знач.	Чёрные цифры	Первая пауза	Красные цифры	Вторая пауза	Красные и чёрные	Завершение
<b>Время распространения пульсовой волны, мс</b>							
Высокий (n=40)	258,40± 10,87	271,80± 8,73	262,80± 12,09	298,10± 13,80*	278,40± 9,89	263,80± 5,93	269,40± 17,05
Средний (n=44)	293,90± 16,20	268,40± 8,63	255,20± 10,48*	283,50± 12,14	275,70± 9,21	266,90± 5,69	295,50± 21,70
Низкий (n=40)	277,70± 13,18	266,90± 8,93	257,40± 13,39	265,60± 7,92	279,60± 10,93	265,30± 6,39	277,00± 18,81
<b>Время быстрого кровенаполнения, мс</b>							
Высокий (n=40)	57,40± 1,24	<b>57,13± 0,78</b>	60,08± 1,68	58,48± 1,03	<b>58,48± 1,23</b>	58,68± 0,82	60,15± 1,48
Средний (n=44)	57,07± 1,27	57,91± 1,01	60,61± 2,29	59,36± 0,84	<b>58,77± 1,46</b>	59,98± 0,70	64,18± 3,01
Низкий (n=40)	65,28± 4,18	59,80± 0,84*	61,50± 1,10*	60,05± 1,02*	60,48± 1,02*	60,38± 0,67*	62,45± 3,85*
<b>Время медленного кровенаполнения, мс</b>							
Высокий (n=40)	56,70± 1,79	60,68± 1,53*	60,23± 1,73	62,25± 1,91*	61,65± 2,14	62,60± 1,81*	61,68± 3,11
Средний (n=44)	60,61± 2,22	61,66± 1,63	62,57± 1,60	60,02± 1,47	63,45± 2,06	62,34± 1,17	67,59± 3,36
Низкий (n=40)	63,40± 2,33	64,75± 1,73	62,60± 1,89	61,30± 1,57	62,70± 2,44	61,45± 1,51	64,93± 2,47
<b>Скорость распространения пульсовой волны, мс</b>							
Высокий (n=40)	7,64± 0,35	7,62± 0,22	8,38± 0,42*	7,30± 0,28	7,63± 0,27	7,84± 0,16	7,54± 0,54
Средний (n=44)	7,07± 0,37	7,86± 0,25*	8,21± 0,37*	7,70± 0,23	7,76± 0,28	7,86± 0,14	7,26± 0,50
Низкий (n=40)	7,48± 0,39	7,76± 0,24	8,38± 0,46	7,82± 0,23	7,45± 0,33	7,85± 0,14	7,37± 0,55
<b>Частота сердечных сокращений, уд/мин</b>							
Высокий (n=40)	65,78± 2,02	69,50± 2,51	66,20± 2,23	68,83± 2,35	68,83± 2,54	72,03± 2,19*	68,87± 2,57
Средний (n=44)	63,75± 1,84	66,89± 1,85	68,61± 2,85	69,80± 2,31	70,45± 2,12*	73,32± 2,30*	67,20± 1,87
Низкий (n=40)	60,50± 1,93	66,98± 2,44	70,25± 2,69*	67,20± 2,26*	69,08± 2,54*	73,43± 2,69*	63,40± 2,18
<b>Кожная проводимость, мкСм</b>							
Высокий (n=40)	41,25± 2,21	41,72± 2,26	41,41± 2,29	41,78± 2,33*	41,26± 2,39	42,57± 2,31*	44,71± 2,59*
Средний (n=44)	45,87± 2,93	46,61± 2,97*	46,95± 3,05*	47,31± 3,03*	48,50± 3,26*	48,73± 3,14*	51,06± 3,52*
Низкий (n=40)	39,62± 2,26	39,79± 2,25	39,88± 2,28	39,70± 2,33	40,50± 2,30*	41,91± 2,40*	43,35± 2,51*

\* - различия в группе достоверны (критерий Вилкоксона,  $p < 0.05$ ) по сравнению с исходными значениями; жирным шрифтом - различия достоверны (критерий Манна-Уитни,  $p < 0,05$ ) по сравнению с группой низкой успешности.

Динамика времени распространения пульсовой волны в группе с высоким уровнем распределения и переключения внимания характеризовалась увеличением значения (на 15,6%) до этапа поиска красных чисел, с последующим постепенным восстановлением практически до исходного уровня. Диапазон изменений средних значений показателя в периоды пауз значительно меньше (6,0% против 13,3%), чем при умственной нагрузке (в моменты выполнения тестовых заданий), что свидетельствует об активной роли восстановительного компонента в регуляции систем. В остальных двух группах показана тенденция снижения времени к середине теста относительно первого измерения, с периодом дальнейшего восстановления. Как в случае с ВРПВ, так и со скоростью распространения пульсовой волны, обращает внимание этап первой паузы. Все три группы показывают чёткий прирост величины СРПВ от 9,8% до 16,0% (для группы среднего уровня -  $p < 0.05$ ) и снижение ВРПВ относительно исходных значений, что закономерно, поскольку показатели обратнозависимы.

Отмечено значимое (критерий Вилкоксона,  $p < 0,05$ ) снижение ВБКН в группе с низким уровнем распределения и переключения внимания. Так, максимальное изменение выявлено на этапе выбора чёрных чисел (8,39%). В последующие этапы значения слабо флуктуировало в границах узкого коридора 4,0%. Динамика в группах высокого и среднего уровней распределения и переключения внимания характеризовалась тенденцией стабильного горизонтального тренда с небольшим диапазоном изменений и небольшими увеличениями к завершающему этапу. Значительный вклад в формировании напряжения в данных группах вносит отсутствие периода расслабления на этапе первой паузы в обеих группах.

Динамика ВМКН в случае группы высокого уровня характеризуется нарастанием времени в течение прохождения тестовых заданий. Так, к концу теста прирост составил 8,78%. Пиковые значения изменений отмечены на этапах выполнения заданий, снижение в достаточно узком коридоре (2,6 - 4,2%) показателя – в паузы и на этапе завершения. Данные изменения подтверждаются выявленной статистической достоверностью на последних двух этапах. Тренд возрастания величины ВМКН в группе среднего уровня распределения и переключения внимания так же прослеживается. Однако, динамика изменений характеризуется более высокой амплитудой значений. В группах с низким и средним уровнями максимальные средние значения отмечены на этапах пауз и в завершении теста, что подтверждено статистической достоверностью (критерий Вилкоксона,  $p < 0,05$ ) и противоположно особенностям динамики в первой группе.

У испытуемых во всех трёх группах отмечен рост ЧСС во время выполнения тестовых заданий, что свидетельствует о возрастании нагрузки. Для групп с средним и низким уровнями распределения и переключения внимания изменения достоверны (критерий Вилкоксона,  $p < 0,05$ ) практически

на всех этапах. Наиболее выраженный рост отмечен в группе с низким уровнем (максимальные изменения - 16,1% и 21,7% на этапах первой паузы попеременного выбора чисел). В группе участников с высоким уровнем распределения и переключения внимания в условиях воздействия когнитивной нагрузки максимальные значения ЧСС отмечены на этапах выполнения первого и третьего задания – прирост частоты на 5,7% и 9,5%, соответственно. Однако, диапазон изменений в данной группе меньше, чем в третьей (8,9% против 16,6%). Максимальная ЧСС во всех трёх группах отмечена на этапе попеременного выбора чисел. Относительно исходного уровня прирост составил 9,5%, 15,0%, 21,4% - для групп с высоким, средним и низким уровнями распределения и переключения внимания соответственно.

Полного восстановления ЧСС к завершающему этапу не выявлено ни в одной из изучаемых групп. Основной вклад нагрузки, формирующий напряжение регуляторных систем организма, отмечен во всех трех группах на этапе попеременного выбора чисел. В группе с высоким уровнем распределения и переключения внимания степень напряжения регуляторных систем на этапах поиска чёрных и затем красных чисел примерно одинаковая. Указанные изменения характеризуют функциональную мобилизацию на первых этапах, последующее напряжение механизмов регуляции и включение функциональных резервов при выполнении третьего задания. Основное отличие динамики ЧСС в данной группе, относительно двух других, заключается в восстановлении оцениваемых показателей на этапе первой паузы. У участников исследования со средним уровнем фазы расслабления на этом этапе не выявлено. В группе с низким уровнем распределения и переключения внимания на этапе первой паузы отмечен пиковый прирост ЧСС относительно исходного уровня.

Изменения электрической активности кожи характеризовались статистически значимым ( $p < 0,05$  начиная с этапа второй паузы) увеличением проводимости кожи в период выполнения теста. С момента начала теста и к его завершающему этапу прирост значения КПр составил: для группы со средним уровнем распределения и переключения внимания - 11,3%, для групп с высоким и низким уровнем 8,4% и 9,4% соответственно. Наиболее выраженное увеличение КПр выявлено в группе среднего уровня. Пик влияния нагрузки в этой группе отмечен на этапе третьего задания методики по поиску чисел. Группа с высоким уровнем распределения и переключения внимания выделяется среди двух других наименьшим приростом электрической активности кожи на этапе второй паузы.

На основании полученных результатов можно выделить характерные особенности динамики коррелятов эмоционального напряжения в группах с различным уровнем распределения и переключения внимания в условиях когнитивной нагрузки:

1. Динамика показателей фотоплетизмографии в группе с высоким уровнем активности внимания характеризовалась отчётливой тенденцией увеличения времени распространения пульсовой волны и времени медленного кровенаполнения сосудов при одновременном снижении скорости

распространения пульсовой волны. В группах с низким и средним уровнями отмечены снижение времени распространения пульсовой волны относительно исходного уровня и флюктуации в узком диапазоне значений показателя времени медленного кровенаполнения сосудов.

2. Увеличение ЧСС, выявленное у участников всех групп, характеризует возрастание степени нагрузки на регуляторные системы при прохождении методики когнитивной нагрузки. Наиболее выраженный рост отмечен в группе с низким уровнем активности внимания. В ключевые, наиболее значимые этапы процедуры тестирования, участники исследования с высоким уровнем внимания показали меньший прирост ЧСС, чем в двух других группах, что свидетельствует о более высоком адаптационном потенциале сердечно-сосудистой системы у данных лиц. Указанный эффект был достигнут за счёт быстрого восстановления в период паузы после выполнения первого тестового задания.

3. Изменения электрической активности кожи характеризовались увеличением проводимости под влиянием когнитивной нагрузки. Однако, группа с высоким уровнем активности внимания выделяется среди двух других устойчивыми небольшими колебаниями электрической проводимости кожи в достаточно узком диапазоне значений вплоть до этапа второй паузы (коэффициент возрастания значений показателя на этапе второй паузы наименьший среди трёх групп), что свидетельствует о максимально продолжительном периоде оптимального использования энергетических ресурсов организма в условиях когнитивной нагрузки.

Полученные данные согласуются с описанными закономерностями функционирования регуляторных механизмов человека, обеспечивающих адаптацию к умственной нагрузке (Бодров, 1998).

**Параграф 3.4** Представлены результаты сравнения паттернов психофизиологических реакций, характерных для групп с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью и групп с различным уровнем распределения и переключения внимания (Таблица 6 и 7).

Таблица 6. Паттерны психофизиологических реакций в группах с различной целевой ориентацией при занятиях физической активностью.

Группа	Паттерны физиологических реакций
Занимающиеся ФК	Увеличение ВРПВ на 14,0% на этапе 2 задания; Восстановление ЧСС в паузах и к завершению тестирования; Увеличение КПП на 11,1%; Диапазон изменений до 3-го задания – 1,5%
Занимающиеся ПС	Увеличение ВМКН на 12,0%; Снижение ВРПВ на 11,5% после 1 задания; Увеличение ЧСС до 9,6% на 1 задании и до 13,6% к завершению; Увеличение КПП на 7,15%; Диапазон изменений до 3-го задания – 3,9%.
Не занимающиеся ФКиС	Снижение ВРПВ на 10,0%; Увеличение ЧСС на 18,6% с последующим восстановлением; Увеличение КПП на 12,5%; Диапазон изменений до 3-го задания – 5,5%.

Таблица 7. Паттерны психофизиологических реакций в группах с различным уровнем распределения и переключения внимания.

Группа	Паттерны психофизиологических реакций
Высокий уровень	Увеличение ВРПВ на 15,6%; Увеличение ВМКН на 10,4%; Увеличение ЧСС на 5,7% и 9,5% на ключевых этапах тестирования; Увеличение КПР на 8,4%; Диапазон изменений до 3-го задания – 1,5%
Средний уровень	Тренд увеличения ВМКН на 10,4%; Увеличение ЧСС на 15,0%; Увеличение КПР на 11,3%.
Низкий уровень	Снижение ВБКН на 8,4%; Увеличение ЧСС на 16,1% и 2,7% на ключевых этапах тестирования; Увеличение КПР на 11,3%.

Сравнение паттернов физиологических коррелятов эмоционального напряжения методом корреляционного анализа между группами, сформированными по уровню распределения и переключения внимания, и группами, сформированными по уровню физической активности, позволило прийти к выводу, что данные паттерны в значительной степени коррелируют (Таблица 8).

Таблица 8. Сравнение паттернов психофизиологических реакций между группами, сформированными по уровню распределения и переключения внимания и целевой ориентации физической активности.

Группы	Паттерны психофизиологических реакций	Коэффициент корреляции
Высокий уровень ----- Занимающиеся ФК	- изменение ВРПВ (до 15%), ВМКН, СРПВ; - совпадение пиковых значений изменений показателя ВРПВ; - наименьший прирост ЧСС (на 14%); - Узкий диапазон колебаний значений КПР (1,5%)	r=0,81, p=0,03, r=0,91, p=0,004 r=0,81, p=0,03 r=0,99, p<0,001
Средний уровень ----- Занимающиеся ПС	- снижение ВРПВ (на 13%)	r=0,78, p=0,04
Низкий уровень ----- Не занимающиеся ФКиС	- снижение ВРПВ (на 7%) - выраженный рост ЧСС (на 18-23%)	r=0,78, p=0,04 r=0,93, p=0,002

Лица, систематически занимающиеся физической культурой, имеют те же особенности динамики психофизиологических реакций в условиях эмоционального напряжения, вызванного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, что и лица с высокой результативностью деятельности. Выявленные закономерности подтверждаются как с позиции динамической регуляции систем организма в процессе выполнения заданий в условиях эмоционального напряжения, так и с точки зрения итоговой результативности деятельности.

**Параграф 3.5** Анализ и интерпретация полученных результатов. Отмеченные в работе изменения физиологических показателей подтверждают наличие у участников исследования эмоционального напряжения в момент предъявления когнитивной нагрузки. Выявленные реакции испытуемых

совпадают с физиологическими изменениями, описанными в источниках литературы, которые характерны стадии умеренного эмоционального напряжения.

В работе представлены данные о связи уровня предшествующей физической активности у мужчин молодого возраста с вегетативной регуляцией и вниманием в условиях эмоционального напряжения, вызванного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой.

Характер изменения вегетативной регуляции функционального состояния в условиях эмоционального напряжения может быть результатом как предшествующей физической тренировки организма, так и психологической подготовки вследствие предшествующей систематической физической активности. Центральную роль психологической составляющей может выполнять целевая ориентация человека при занятиях физической активностью, подкреплённая достигнутыми на данный момент реальными результатами деятельности (спортивной квалификацией).

Специфические паттерны изменений вегетативной регуляции у спортсменов могут быть следствием активности поведенческих и волевых компонентов в ходе продолжительной практики систематических соревнований, обусловленной целевой ориентацией на достижение результата.

Выявленный оптимальный вариант использования регуляторных возможностей организма лицами, занимающимися физической культурой, в условиях эмоционального напряжения, обусловлен, в том числе, сознательной регуляцией степени и интенсивности предшествующей тренировочной нагрузки, с учётом психологической специфики целевой ориентации на выполнение задания.

## **ВЫВОДЫ**

1. Методика моделирования ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки, предусматривающая выполнение теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» в условиях помех и повышенной мотивационной значимости с одновременной регистрацией электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, состояния сосудистого тонуса и кровенаполнения сосудов в режиме реального времени и последующим анализом отдельных этапов выполнения теста методами математического описания графиков функций и графических отображений (авторский вариант выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица») позволяет охарактеризовать степень мобилизации функциональных резервов организма, соотношение активности парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы, уровень централизации регуляции, процесс централизации регуляции, и, таким образом, дать оценку эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой.

2. Информативными показателями авторского варианта выполнения теста Горбова-Шульте «Красно-черная таблица» для оценки эмоционального напряжения, обусловленного когнитивной нагрузкой являются: электрическая проводимость кожи, частота сердечных сокращений, показатели

фотоплетизмографии; а так же характеристики математического описания графиков функций и графических отображений: оценка максимумов и минимумов, оценка коридора изменений значений, расчётный коэффициент возрастания / убывания значения показателя.

3. У мужчин молодого возраста с различной целевой ориентацией на занятия физической активностью, достигнутой за предшествующий исследованию период, в условиях эмоционального напряжения, обусловленного ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, выявлены следующие закономерности динамики показателей электрической проводимости кожи, частоты сердечных сокращений, фотоплетизмографии:

- у лиц, систематически занимающихся физической культурой, выявлены ( $p < 0,05$ ): увеличение электрической проводимости кожи на 11,1% (диапазон изменений – 1,5%); восстановление частоты сердечных сокращений в паузах и к завершению тестирования; увеличение времени распространения пульсовой волны на 14,0%. Только на этапе попеременного выбора чисел, регуляторные системы начинают реагировать активизацией ресурсов на предъявляемую нагрузку. Выявленный вариант использования регуляторных возможностей организма лицами, занимающимися физической культурой, в условиях эмоционального напряжения, обусловлен, в том числе, сознательной регуляцией степени и интенсивности предшествующей тренировочной нагрузки, с учётом психологической специфики целевой ориентации на выполнение задания;

- у лиц, занимающихся профессиональным спортом, в условиях ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузки выявлены ( $p < 0,05$ ): увеличение времени медленного кровенаполнения сосудов на 12,0% при одновременном снижении времени распространения пульсовой волны на 11,5%; увеличение ЧСС до 9,6% на первых этапах предъявления нагрузки и до 13,6% к завершению; увеличение электрической проводимости кожи на 7,15% (диапазон изменений – 3,9%) - что может быть следствием активности поведенческих и волевых компонентов, обусловленных целевой ориентацией на достижение результата;

- у лиц, не занимающихся физической культурой и спортом, напряжение регуляторных механизмов вегетативных функций характеризуется непрерывным возрастанием. Выявлены ( $p < 0,05$ ): снижение времени распространения пульсовой волны на 10,0%; максимальным увеличением ЧСС среди групп (на 18,6%); увеличение электрической проводимости кожи на 12,5% ( $p < 0,05$ , диапазон изменений – 5,5%).

4. Выявлены характерные, присущие лицам с высоким уровнем распределения и переключения внимания, особенности изменений показателей электрической проводимости кожи (увеличение на 8,4%,  $p < 0,05$ , диапазон – 1,5%), частоты сердечных сокращений (увеличение до 9,5%,  $p < 0,05$ ), фотоплетизмографии (увеличение ВРПВ на 15,6%, ВМКН на 10,4%,  $p < 0,05$ ), что свидетельствует о максимально продолжительном периоде оптимального использования функциональных ресурсов в условиях когнитивной нагрузки.

5. Паттерны психофизиологических реакций при эмоциональном напряжении, вызванном ступенчато-усложняемой когнитивной нагрузкой, выявленные в группе лиц, систематически занимающихся физической культурой, и в группе лиц с высоким уровнем распределения и переключения внимания, в значительной степени коррелируют ( $p < 0,05$  со значениями коэффициента корреляции  $r > 0,81$ ).

### **Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России по специальности 19.00.02**

1. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Павлова А.Н. Оценка эмоционального напряжения у мужчин с различным уровнем физической активности в условиях когнитивной нагрузки // Психология. Психофизиология. 2020. Т. 13. № 1. С. 102-109.

2. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Павлова А.Н. Взаимосвязь внимания с уровнем эмоционального напряжения у мужчин молодого возраста в условиях когнитивной нагрузки // Вестник психофизиологии. 2020. № 1. С. 57-65.

3. Сиваченко И.Б. Эмоциональное напряжение и внимание как индикаторы влияния когнитивной нагрузки // Вестник психофизиологии. 2020. № 4. С. 18-23.

### **Публикации в других научных изданиях**

4. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Ловягина А.Е. Стрессоустойчивость мужчин 20-30 лет с различным уровнем физической активности // Вестник спортивной науки. 2019. №4. С. 55-58.

5. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Ловягина А.Е. Разработка и апробация модели воздействия стрессогенными факторами для оценки эмоционального напряжения // Медицина экстремальных ситуаций. 2019. Т. 21. №1. С. 155-162.

6. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С. Сравнение паттернов психофизиологических реакций в условиях когнитивной нагрузки, характерных для групп с различным уровнем распределения и переключения внимания и уровнем физической активности // Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции (8 декабря 2020 г., г. Уфа) / – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2020 г. С. 316-321.

7. Sivachenko I.B. Dynamics of physiological components of the mental status under exposure stress factors in men of age 20–30 with different levels of physical training // «Summer School on Stress: From Hans Selye's original concept to recent advances An interactive educational experience» June 25-28, 2019. P. 61.

8. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Любашина О.А. Динамика физиологических коррелятов эмоционального напряжения в моделируемых условиях воздействия стрессогенных факторов // Сборник тезисов XV международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и Психологии», Судак, Крым, Россия, 30 мая - 10 июня, 2019 г. С. 373.

9. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С. Динамика психофизиологических реакций у мужчин с различным уровнем физической активности в условиях когнитивной нагрузки // Сборник тезисов XVI международного междисциплинарного Конгресса «Нейронаука для медицины и Психологии», Судак, Крым, Россия, 6-16 октября, 2020 г. С. 417-418.

10. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С. Паттерны физиологических реакций у мужчин с различной результативностью деятельности в условиях когнитивной нагрузки // Материалы Всероссийской научной конференции молодых учёных 16-18 сентября 2020 года. <http://medline.ru/public/tezis160920>. – 3 с.

11. Сиваченко И.Б., Любашина О.А., Медведев Д.С. Динамика физиологических коррелятов эмоционального напряжения в условиях когнитивной нагрузки // Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, посвящённая 95-летию Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург (9-11 декабря 2020 г.). Тезисы докладов. – СПб.: Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2020 г. С. 185-186.

12. Сиваченко И.Б., Медведев Д.С., Лапотников А.В., Юшкова И.Д., Ермолин А.Л. Физическая активность и эмоциональное напряжение: учебное пособие / И.Б. Сиваченко, Д.С. Медведев, А.В. Лапотников, И.Д. Юшкова, А.Л. Ермолин–СПб.: СПбМСИ, 2021 г. – 72 с.