

*На правах рукописи*  
УДК: 159.91

**Белинский Артём Викторович**

**ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ НАВЫКИ ПИСЬМА**

Специальность: 5.3.2. Психофизиология (психологические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Санкт-Петербург – 2024

Работа выполнена на кафедре психологии и дефектологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сочинский государственный университет»

**Научный руководитель:**

Доктор психологических наук, доцент, академик РАО, исполняющий обязанности ректора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сочинский государственный университет»

**Гайдамашко Игорь Вячеславович**

**Официальные оппоненты:**

Доктор психологических наук, профессор кафедры общей и социальной психологии, руководитель научно-исследовательского центра судебной экспертизы и криминалистики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского»

**Енгальчев Вали Фатехович**

Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник кафедры медицинской психологии и психофизиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

**Горбунов Иван Анатольевич**

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

Защита состоится 14 мая 2024 г. в 15.30 на заседании Совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 33.2.018.12, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», по адресу: 191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп.11, ауд. 37.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (191186, г. Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп.5) и на сайте университета по адресу: [https://dissert.herzen.spb.ru/Preview/Karta/karta\\_000000997.html](https://dissert.herzen.spb.ru/Preview/Karta/karta_000000997.html)

Автореферат разослан «\_\_» марта 2024 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. психол.н., доцент

Баканова Анастасия Александровна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** В современной науке тема автоматизации письма поднималась неоднократно на протяжении последних десятилетий, однако существующий в науке взгляд на текущий момент представляется в значительной мере теоретическим, а немногочисленные практические исследования, которые проводились на эту тему, обычно представляют собой либо исследования на больных паркинсонизмом, зачастую не включающие группы здоровых испытуемых, даже в качестве контрольных, либо концентрируются на кинематических характеристиках, используя данные почерка как основной источник данных для анализа.

В современной научной литературе концепция эмоционального стресса приобрела определенные характеристики, включая его рассмотрение как первичной эмоциональной реакции индивида, сопровождаемой выраженными неспецифическими изменениями в физиологических коррелятах стресса (В.В. Суворова, Ю.В. Щербатых). Однако существует различные точки зрения относительно разделения общего стресса от эмоционального стресса. Ю.И. Александров говорит о недопустимости глубинного различения эмоционального стресса от стресса в целом.

Существуют многочисленные модели, описывающие эмоциональное возбуждение как состояние человека (J.A. Russell; R.E. Thayer; Д.В. Люсин; А.В. Вартанов, И.И. Вартанова, и др.), однако прийти к единому мнению относительно причин и характеристик этого состояния до сих пор не удалось. Некоторые модели выделяют несколько компонентов возбуждения с разными принципами работы (R.E. Thayer; M. Yik и др.), другие говорят, что возбуждение является нормальным состоянием человека в процессе жизни, и заниженный уровень возбуждения может быть также вреден, как и завышенный (К.В. Судаков; R.C. Ziegelstein). Существуют представления о возбуждении как следствии неудовлетворенных потребностей (Г.И. Косицкий; П.В. Симонов). Данных представлений недостаточно для формирования единой стройной теории.

Исследования механизма автоматизации движений проводил Н.А. Бернштейн, и, хотя представления о механизмах и характерах автоматизации движения постоянно эволюционируют, основные идеи, заложенные еще в начале XX века, остаются неизменными, и дают хорошую опору для современных исследователей.

В частности, именно на эти работы опираются исследователи (Р.М. Гимазов; О.А. Негодина; М.М. Безруких; О.Ю. Крещенко; А.Н. Корнев; Е.А. Шкоропат), проводя связи между уровневой моделью Бернштейна и наблюдаемым процессом письма, что позволило разделить процесс письма на различные уровни, и более того, выявить характерные методы и причины деавтоматизации письма в том или ином случае для каждого из уровней модели.

Однако, несмотря на такое широкое исследование автоматизации как процесса, тремор как фактор, влияющий на автоматизацию письма, не рассматривается современной наукой в достаточном объеме. Его исследования ограничены изучением деавтоматизации письма у больных паркинсонизмом.

Наибольший прогресс в этом направлении происходит или при использовании проверенных методов психофизиологии, или с использованием новых технологий искусственного интеллекта. В первом случае автоматизация такого исследования больше похожа на упрощение применения математического аппарата, второй вариант с одной стороны открывает определенные горизонты для работы, а с другой уводит науку от понимания причин и следствий того или иного явления, заменяя привычные паттерны исследования на слепой подбор параметров модели искусственного интеллекта. (D. Garg, G.K.Verma; H.Y. Yatbaz и др.).

Также существует дискуссия относительно характера силовой и треморовой реакции на негативный эмоциональный стимул. В некоторых работах (Т.М. Azevedo и др.) говорится о наличии реакции замирания на негативный эмоциональный стимул, в других работах (Е.А. Christou) показывается реакция усиления возбуждения и увеличения амплитуды конечностей. Исследование характера этой реакции и её влияния на автоматизацию письма может расширить представления о влиянии эмоционального напряжения как на тремор, так и на автоматизацию письма, что в свою очередь открывает новые перспективы понимания механизма взаимодействия письма и эмоционального напряжения.

**Объект исследования** – деавтоматизация письма и её характер при воздействии эмоционального напряжения.

**Предмет исследования** – связь эмоционального напряжения по показателям вегетативной нервной системы (ВНС) и изменений тремора по данным тензотремографии (ТТГ) в процессе автоматизированного письма.

**Цель исследования** – изучить влияние эмоционального напряжения в процессе автоматизированного письма на тремор как фактор его деавтоматизации.

Была выдвинута **общая гипотеза**, что тремор и его изменения могут служить индикатором наличия эмоционального напряжения в процессе автоматизированного письма.

**Частные гипотезы:**

1) **гипотеза о наличии значимых отличий** в треморограммах, снимаемых в покое и в состоянии эмоционального напряжения в условии изометрического удержания усилия.

2) **гипотеза о наличии сходных изменений** тремора усилия при изменении условия, в котором выполняется удержание усилия («штативный захват ручки»), в сравнении с изометрическим условием, в процессе предъявления эмоционально значимых стимулов.

3) **гипотеза об изменении характера тремора** как фактора изменения силовых характеристик письма в состоянии эмоциональное напряжение.

4) **гипотеза о деавтоматизации письма при воздействии негативного эмоционального стимула**, как маркере наличия такого воздействия на пишущего по результатам анализа почерка или записей ТТГ.

Соответственно цели и гипотезам исследования сформулированы **задачи исследования:**

1. Провести научный обзор исследований, посвященных эмоциональному напряжению и его компонентов, а также теорий построения

письменного акта и его характеристик. Исследовать компоненты и характеристики письма, использование тремора как показателя в исследованиях письма и связь письма с эмоциональным напряжением.

2. Провести сравнительный анализ особенностей и силы данной связи в условиях взаимодействия разных групп мышц, а также разных источников эмоционального напряжения.

3. Разработать и апробировать методику исследования эмоционального напряжения человека на основе данных ТТГ в процессе автоматизированного письма.

4. Исследовать характер влияния негативных эмоций на автоматизацию навыков на уровнях «С» и «Е» по Бернштейну и определить наличие и степень деавтоматизации при воздействии различных негативных эмоциональных стимулов.

**Методологическую и теоретическую основы исследования составили:** Теория функциональных систем П.К. Анохина, теория уровневого построения движений Н.А. Бернштейна, стохастическая модель оптимизированных движений Д.Е. Мэйер и Дж. Э.К. Смита, трехмерная модель эмоциональных состояний Д.В. Люсина.

#### **Степень научной разработанности проблемы**

Ряд исследований посвящен изучению стрессовых и эмоциональных состояний и их влияния на человека, в частности работы Г. Селье, Л.А. Китаев-Смык, К.В. Судаков, Ю.В. Щербатых, Г.Г. Аракелов, Ю.И. Александров, А.В. Вартанов, Е.А. Юматов, J. Campbell, G. Fink и других. Эмоциональным состояниям посвящены исследования Н.Н. Данилова, Д.В. Люсин, L.F. Barret, P. Ekkekakis, P. Ekman, R.S. Lazarus, R. Plutchik, K.R. Scherer и других

Вклад в изучение письменного акта внесли работы Н.А. Бернштейн, А.Р. Лурия, М.М. Безруких, В.Ф. Енгальчев, О.Ю. Крещенко, А.Н. Корнев, А.А. Корнеев, Л.С. Цветкова, В.Ф. Орлова, Ю.В. Микадзе, В. Baur, G. Luria, S. Rosenblum, S. Palmis, R. Plamondon и других. Реакции письма в процессе предъявления эмоционально значимых стимулов исследовали А.Е. Сулавко, А.Е. Самотуга, Е.А. Шкоропат, Н.У. Yatbaz, M. Erbilek, Y.B. Ayzeren, M. Faundez-Zanuy, L. Likforman-Sulem и другие.

Изучению феномена и процесса тремора в теле человека посвящены работы В.С. Гурфинкель, Я.М. Коц, М.Л. Шик, Н.А. Бернштейн, Л.В. Волнухина, Р.М. Гимазов, О.Е. Дик, А.Д. Ноздрачев, И.А. Иванова-Смоленская, J.F. Daneault, T. Novak, K. M. Newell. Реакции тремора на стресс и эмоционально значимые стимулы изучали А.Ю. Александров, В.М. Девишвили, В.М. Еськов, Е.А. Christou, S.A. Coombes, R.L. Blakemore.

#### **Методы исследования**

Теоретическую базу диссертационного исследования составили труды отечественных и зарубежных авторов в области изучения стресса, эмоциональных состояний, тремора и письменного акта. В работе использован новый метод оценки эмоционального напряжения с помощью ручки, оснащенной ТТГ датчиками, а также датчиками фотоплетизмографии и электрической активности кожи.

Методика измерения максимального произвольного сокращения. База эмоциональных изображений COMPASS.

Для обработки и анализа данных применялись критерий Эппса-Синглтона, библиотека для анализа физиологических данных Neurokit2 и t-критерий Стьюдента.

### **Научная новизна**

1. Расширены существующие методики анализа психофизиологического состояния человека путём введения данных ТТГ как дополнительного показателя.
2. Предложена методика оценки эмоционального напряжения человека по данным ТТГ.
3. Введено понятие о компоненте угрозы в составе негативного эмоционального стимула как критерии различия реакции на такой стимул.
4. Показано наличие и характер деавтоматизации на уровнях «С» и «Е» по Бернштейну при демонстрации негативного эмоционального стимула.

### **Теоретическая значимость исследования**

Показана связь между эмоциональным напряжением и изменением силы и амплитуды тремора в процессе автоматизированного письма. Было исследовано противоречие между работами относительно реакции испытуемых на негативный эмоциональный стимул и предложено объяснение данного противоречия путем введения концепции компонента угрозы эмоционально значимого стимула. На основании этой концепции изучена реакция на эмоционально значимый стимул с компонентом угрозы и без него, и проанализирован характер деавтоматизации на уровнях «С» и «Е» по Бернштейну при предъявлении таких стимулов.

### **Практическая значимость исследования**

Предложена новая методика определения наличия эмоционального напряжения по данным ТТГ в процессе письма, а также программно-аппаратный комплекс, реализующий данную методику.

Данная работа является важным шагом в разработке и внедрении системы детекции скрываемой информации в процессе письма на основе выявленной связи и разработанного программно-аппаратного комплекса.

В образовательных целях определение эмоционального напряжения в процессе письма несет большую ценность для отслеживания и формирования учащегося в процессе обучения.

**Надежность и достоверность полученных результатов** обеспечена использованием методов регистрации, обработки и анализа данных, подходящих предмету и задачам исследования, а также организацией экспериментов в соответствии со стандартами экспериментальной психологии.

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

1. Демонстрация эмоционально значимых стимулов, вызывающих отклик по данным электрической активности кожи (ЭАК) и фотоплетизмографии (ФПГ), вызывает также увеличение амплитуды и силы тремора на частотах 8 – 16 Гц как в ситуациях изометрического удержания, так и в процессе письма.

2. При демонстрации позитивного эмоционального стимула, негативного эмоционального стимула и резкого звука как аверсивного эмоционально значимого стимула, амплитуда тремора значительно возрастает по сравнению с ситуацией демонстрации нейтральных стимулов и отсутствия демонстрации эмоционально значимого стимула вовсе.

3. Негативные эмоциональные стимулы могут быть разделены на содержащие и не содержащие компонента угрозы. Негативные эмоциональные стимулы, содержащие компонент угрозы, вызывают реакцию замирания и соответствующее уменьшение амплитуды тремора, а не содержащие вызывают реакцию возбуждения и соответствующее увеличение амплитуды тремора.

4. Негативные эмоциональные стимулы вызывают деавтоматизацию процесса письма, однако степень этой деавтоматизации различается в зависимости от наличия компонента угрозы и уровня, на котором происходит деавтоматизация. Уровень С1 менее устойчив к негативному эмоциональному стимулу с компонентом угрозы, чем к негативному эмоциональному стимулу без него, в то время как для уровня Е наблюдается большая деавтоматизация при демонстрации негативного эмоционального стимула без компонента угрозы.

5. Позитивный эмоциональный стимул и негативный эмоциональный стимул, а также аверсивные значимый эмоциональный стимул вызывают деавтоматизацию на уровне В, которая характерна увеличением амплитуды тремора.

#### **Апробация результатов работы**

Результаты обсуждались на заседаниях кафедры психофизиологии факультета психологии МГУ имени М. В. Ломоносова (2019-2021). Основные положения и результаты исследования докладывались на:

1. Всероссийской Конференции: Межведомственная научно-практическая конференция "Кадровое и психологическое обеспечение в системе Следственного комитета Российской Федерации". Тема доклада: Рассмотрение современных психофизиологических методов детекции скрываемых знаний. Основные проблемы и возможные пути решения. Россия, Санкт-Петербург, Академия следственного комитета РФ, 31 октября – 1 ноября 2019.

2. Международной конференции «World Congress of Psychophysiology 2021», тема доклада: The New Device for Studying the Psychomotor Components of Writing, 7-11 сентября 2021 г.

3. Конференции «История, современность и перспективы развития психологии в системе Российской Академии наук: Международная юбилейная научная конференция, посвященной 50-летию создания Института психологии РАН», тема доклада: Использование показателей тремора в фундаментальных и практико-ориентированных психофизиологических исследованиях, 16-18 ноября 2022 г.

#### **Соответствие темы диссертационного исследования паспорту специальности ВАК**

Исследование выполнено в рамках пункта 5 Функциональные состояния человека, эмоции, стресс и адаптация, а также пункта 13 Прикладная

психофизиология паспорта научной специальности 5.3.2 Психофизиология (психологические науки).

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Текст диссертационной работы изложен на 158 страницах и включает в себя 29 рисунков и 7 таблиц. Список литературы включает 220 публикаций, из них 61 – на русском языке, 159 – на английском языке.

Во **введении** обосновываются актуальность темы, её теоретическая и практическая значимость, научная новизна; ставятся цели и задачи исследования; разрабатывается его теоретико-методологическая основа; определяются предмет и объект исследования; формулируются гипотеза и положения, выносимые на защиту.

Глава 1 **«Эмоциональное напряжение как феномен, теории и компоненты»** состоит из пяти подразделов и выводов по разделу и описывает основные теории стресса и эмоциональных состояний.

В **параграфе 1.1 «Терминологические особенности идеи об эмоциональном напряжении»**, описывается проблема определения эмоционального напряжения в контексте многообразия используемых определений в научной литературе. Характеризуется важность определения с позиций подходов, включающих физиологическую и психологическую сторону феномена эмоционального напряжения.

В **параграфе 1.2 «Развитие понятия о стрессе и эмоциональном напряжении»** рассматриваются теоретические концепции стресса, и проводится сравнительный анализ понятия стресса и эмоционального стресса. Приводится определение стресса по (В.В. Суворова; Ю.В. Щербатых; G. Fink; Г. Селье, С. 15), указываются его адаптивные и дезадаптивные функции. Описывается концепция психологического стресса Р. Лазаруса. Делается вывод о невозможности объединения эмоционального стресса и эмоционального напряжения в единое понятие.

В **параграфе 1.3 «Концепция аффекта и его компонента возбуждения во взаимосвязи с концепцией напряжения»** рассматривается определение аффекта, его теоретические модели, нейрофизиологические основы и их связь с напряжением. Описывается концепция аффекта по В. Вундту. Далее рассмотрена классификация теорий аффекта по дискретным категориям и теориям измерения. Выбрано определение аффекта по (P. Ekkekakis, P. 322). Приведена и характеризуется модель аффекта Дж. Рассела. Приведены модели Д. Уотсона и А. Теллегена, описывающие эмоциональное напряжение со стороны общей активации, модель Р. Тайера в которой возбуждение разделяется на энергетическое и напряженное.

Проводятся аналогии между отечественной моделью Н.Н. Даниловой и моделью Р. Тайера. Описывается 3-х факторная структура аффекта по Люсину. Показана необходимость выделения напряжения в отдельную категорию при оценке аффекта.



В параграфе 1.4 «**Взаимосвязь эмоционального напряжения как фактор возбуждения с активационными теориями**» рассматриваются активационные теории Э. Даффи, теория общей активации А. Тейгена, закон Йеркса–Додсона и его исключения, функциональные состояния по Н.Н. Даниловой и их связь с эмоциональным напряжением. Описано определение функционального состояния по Н.Н. Даниловой и связь напряжения с модулирующими функциями.

В параграфе 1.5 «**Влияние эмоций на характер и генез эмоционального напряжения**» описываются теории эмоций, которые включают в себя эмоциональное напряжение как конструкт. Рассматриваются теория В.П. Симонова и развивающая её теория Г.И. Косицкого которая, как показано, интегрирует формальный подход Симонова и более актуальные представления об эмоциях и эмоциональном напряжении.

В выводе к **Главе 1** вводится определение эмоционального напряжения, которое используется в рамках данной работы. Под эмоциональным напряжением понимается фактор аффекта, обуславливающий активирующую или дезактивирующую функцию эмоциональной реакции на предъявленное условие (стимул).

В **Главе 2 «Теории и характеристики письменного акта в связи с эмоциональным напряжением»** рассматриваются теории и характеристики письменного акта в связи с эмоциональным напряжением.

В параграфе 2.1 «**Процесс письма как сложный психический навык и его автоматизация**» проблема рассматривается с точки зрения теории деятельности А.Н. Леонтьева, психофизиологического подхода А.Р. Лурии, нейропсихологического подхода Л.С. Цветковой, теории функциональных систем П.К. Анохина и теории уровневого построения движений Н.А. Бернштейна. Приводятся данные о связи высокой степени деавтоматизации и высокой устойчивости к сбивающим факторам, а также о различии силы сбивающих факторов по их характеру и уровню организации движений. Делается вывод, что для изучения автоматизации письма необходимо проводить исследования с точки зрения различных уровней и сбивающих факторов.

В параграфе 2.2 «**Способы классификации параметров и характеристик письма, и их особенности, достоинства и недостатки**» исследованы основные модели письма когнитивной нейропсихологии, а также из области моторного контроля. Рассматриваются параметры письма с помощью технического и почерковедческого подхода. Выделяется разделение по кинематическим и кинетическим характеристикам письма. Делается вывод, что характер деавтоматизации, исследуемой по кинетическим и кинематическим характеристикам, относятся к разным уровням автоматизации.

В параграфе 2.3 «**Кинематическая теория как основная модель хаотических процессов в процессе автоматизированного письма**» рассматривается кинематическая теория моторного контроля Р. Пламондона. Рассмотрена также теория нейромоторного шума Ван Галена и Ван Геммерта. Приводится расширяющая эту идею теория вариабельности импульсов Шмидта и др. Исследование ТТГ характеристик письма с точки зрения кинематической

теории письма в сочетании с теорией нейромоторного шума выбирается как основной метод исследования.

**В параграфе 2.4 «Характеристики тремора и его связь с эмоциональными состояниями»** описывается определение тремора, его характеристики и связь с эмоциональным состоянием. Предлагается определение по (П.А. Кручинин и др.). Приводятся классы параметров, описывающих тремор. Показывается важность исследования диапазона 8 – 16 Гц (Т.S. Novak; К.М. Newell; О.Е. Дик; А.Д. Ноздрачев). Приводится описание происхождения и структуры тремора на уровне структур головного мозга. Анализируются исследования по связи тремора и эмоционального состояния.

**В параграфе 2.5 «Основные исследования связи аффективных состояний с характеристиками письма»** рассматривается обобщающая работа, в которой представлены результаты исследования настроения и их влияния на почерк. Описывается таблица результатов анализа работ зарубежных и отечественных авторов, в которых имеется упоминание аффективных состояний в связи с письмом. Вводится классификация на основе результатов. Приводятся результаты анализа статей, и показывается отсутствие исследований, показывающих связи кинетических параметров письма с эмоциональным состоянием человека.

Делается вывод о целесообразности исследования тремора в связи с эмоциональным напряжением как элемента нейромоторного шума и сбивающего фактора исследования связи эмоционального напряжения с автоматизацией письма.

**В выводе к Главе 2** указывается на перспективность исследований, которые включают в себя как кинетические характеристики, так и треморовую составляющую в процессе письма в силу отсутствия данной группы исследований в области психофизиологии.

Глава 3 **«Материалы и методы исследования»** состоит из шести разделов. В разделе описываются дизайн эксперимента, используемые материалы, математический аппарат и техническая аппаратура.

**Параграф 3.1 «Экспериментальный план и процедура»** описывает выборку, экспериментальный план и используемую стимульную базу.

План исследования включал 5 этапов:

Удержание заданного усилия

1) в изометрическом условии;

2) помощью тензодатчика;

3) предъявление эмоционально значимых стимулов, вызывающих эмоциональное напряжение во время автоматизированного письма;

Изучение характера деавтоматизации письма

4) на уровне С1 при предъявлении эмоционально значимых стимулов с компонентом угрозы и без компонента угрозы;

5) при предъявлении негативного эмоционального стимула с компонентом угрозы и без компонента угрозы.

При проведении 1-го – 3-го этапов эксперимента использовалось три вида стимульного материала: звук, изображения из базы COMPASS (M.R. Weierich, и

др.), и аудиофайлы, не содержащие звука, как отсутствие стимула. Изображения были разделены на позитивные, негативные, и нейтральные, и для каждого этапа было отобрано по 15 изображений (5 позитивных, 5 нейтральных, 5 негативных). Все изображения кроме нейтральных были в категории вызова высокого возбуждения, нейтральные в категории низкого. Визуальный стимульный материал предъявлялся на протяжении 2 секунд (набор 1).

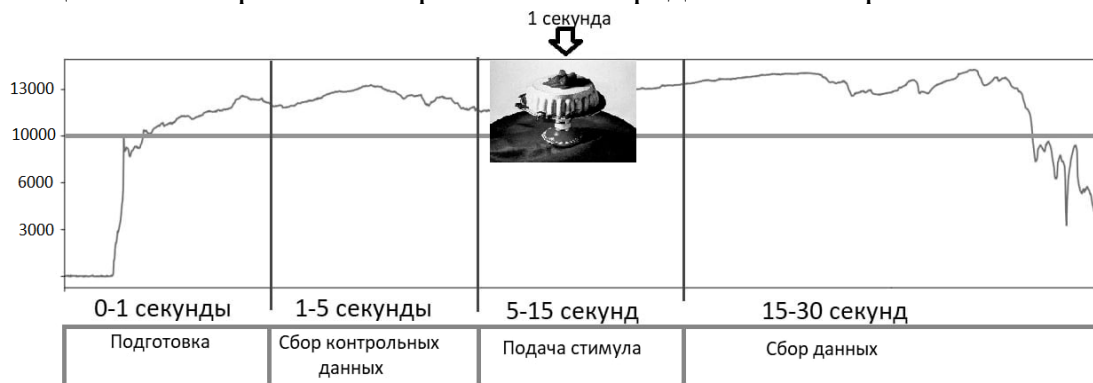
Звуковые стимулы имели громкость 105 Дб, и предъявлялись в случайный момент в промежутке от 5 до 20 секунд. Данные стимулы использовались в первых трех этапах эксперимента.

В ходе 4-го и 5-го этапа в качестве стимульного материала использовались изображения из базы IAPS (P.J. Lang и др.), разделенные на нейтральные, негативные с компонентом угрозы и негативные без компонента угрозы. Для каждого из этапов было отобрано по двадцать изображений каждой группы. Стимулы предъявлялись блоками по двадцать изображений одной валентности с перерывом в 1 секунду между изображениями и перерывом в 5 минут между демонстрацией блоков (набор 2).

Перед основными этапами эксперимента оценивалось максимальное произвольное сокращение (МПС) – максимально применяемая сила, которая конвертируются в процентное значение для нормализации по силовым характеристикам, для чего испытуемым было предложено захватить и максимально сжимать "как можно сильнее" тензодатчик с двух сторон указательным и большим пальцами в течение трех последовательных испытаний по 6 секунд. Среднее значение, полученное во время каждого из трех испытаний МПС, давало оценку МПС для каждого из испытуемых. В качестве целевой силы для каждого испытуемого было использовано 10% от его личного МПС (D.E. Vaillancourt и др.).

Параграф 3.2. описывает 1-й этап исследования, эксперимент «Удержание заданного усилия в изометрическом условии»

Общий план первого и второго этапов представлен на рис. 1



\* эксперимент повторялся пять раз, со стимулами из категорий "нейтральное", "приятное", "отвратительное" и звуковым стимулом, а также без стимула вовсе

Рисунок 1. План первого и второго этапа эксперимента

Испытуемых инструктировали зажать между указательным и большим пальцем тензодатчик на твердой опоре. Испытуемый сидел, рука опиралась предплечьем и кистью на стол. На расстоянии 30 см от глаз испытуемого

располагался монитор с обратной связью в виде графика силы нажатия (ось X – время, ось Y – сила нажатия, где 10 000 – 10% МПС).

Инструкция для этого этапа выглядела следующим образом: «Поддерживайте заданный уровень усилия (10 000), показанный горизонтальной линией на графике, до конца линии. В случайный момент времени может быть предъявлен стимул в виде изображения или звука. Поддерживайте заданный уровень на протяжении всего испытания».

Этот экспериментальный этап длился на протяжении 14,5 мин.

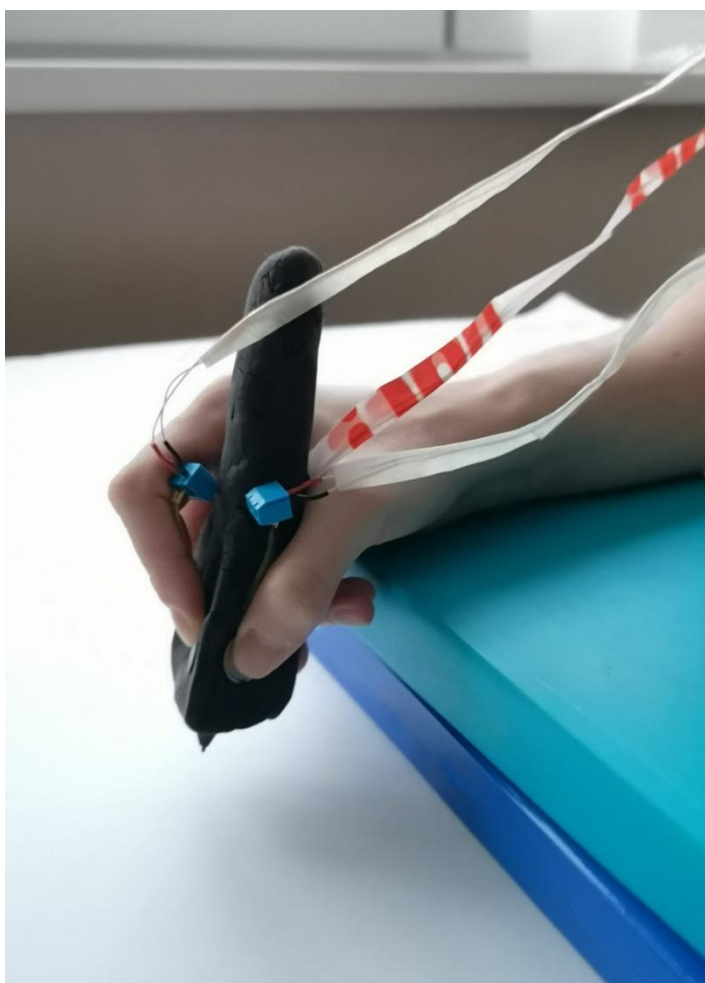
Параграф 3.3. описывает 2-й этап исследования, эксперимент «Удержание заданного усилия с помощью тензодатчика встроенного в ручку»

Общий план второго этапа также представлен на рис. 1.

Испытуемым предлагалось взять ручку, на корпусе которой встроены тензодатчики в местах контактных точек для динамичного “штативного” удержания. Положение руки испытуемого показано на рис. 3. Перед испытуемыми располагался монитор с обратной связью. В качестве обратной связи испытуемым демонстрировался график силы нажатия (ось X – время, ось Y – сила нажатия, где 10 000 – 10% МПС).

Инструкция была аналогична предыдущему этапу. Отдых между стимулами составлял 5 секунд. На рис. 2 представлена позиция руки испытуемого с ручкой.

Этот экспериментальный этап длился на протяжении 14,5 мин.



## Рисунок 2. Удержание ручки «штативным» способом

Параграф 3.4. Описывает 3 этап исследования «Предъявление стимулов, вызывающих эмоциональное напряжения во время автоматизированного письма».

Начальные условия эксперимента были аналогичны этапу 2. Положение рук испытуемых показано на рис. 3.

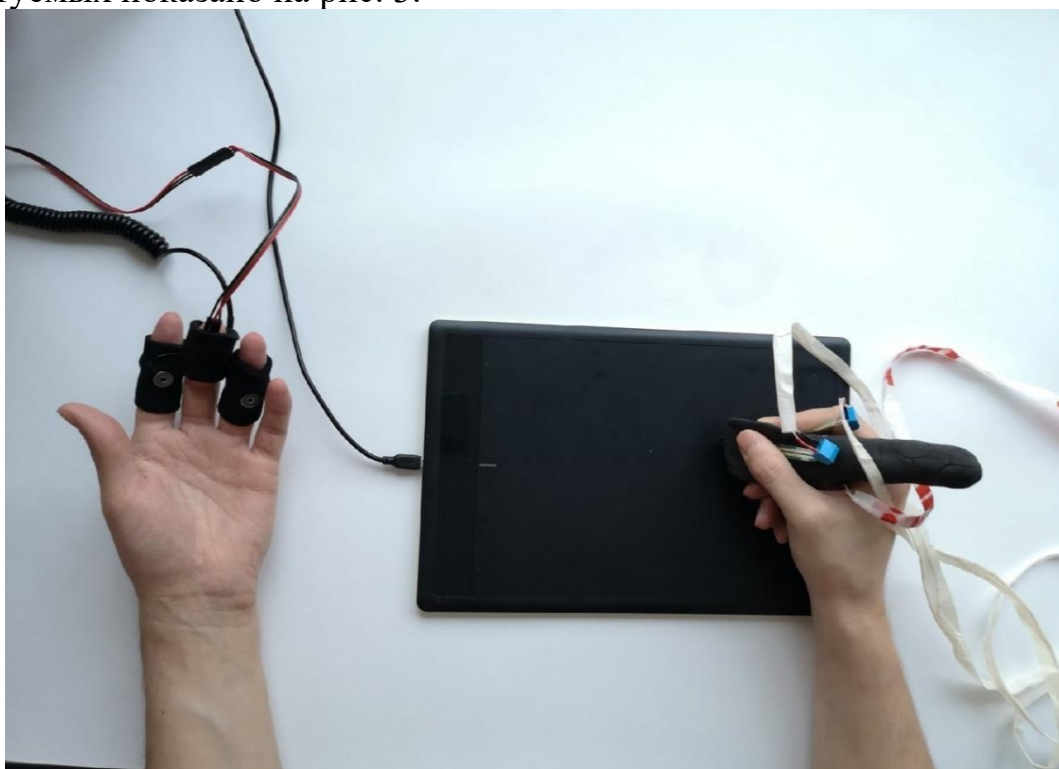


Рисунок 3. Положение рук испытуемого во время письма. Записывались данные по ФПГ, ЭАК и ТТГ

Инструкция была следующей: «Напишите фразу «Шиншилла Шиншилле шуршала». В процессе письма могут быть предъявлены стимулы». В случайный момент времени между 1 и 3 секундами после начала письма испытуемому предъявлялся стимул. Этот экспериментальный этап длился на протяжении 20 мин. Стимулы предъявлялись в случайный момент в течение 3 секунд. Схематично этап эксперимента представлен на рис. 4.



\* эксперимент повторялся пять раз, со стимулами из категорий "нейтральное", "приятное", "отвратительное" и звуковым стимулом, а также без стимула вовсе.

## Рисунок 4. План третьего этапа эксперимента

В ходе данного этапа записывались данные ВНС и тензотрёмометрии аналогично первым двум этапам.

**В параграфе 3.5** описывается четвертый этап исследования «**Предъявление стимулов с компонентом угрозы и без него во время прохождения лабиринта**».

Испытуемые располагались за столом, перед ними был расположен тремометр Верхало, схема трассы изображена на рис. 5, а также перед глазами был закреплен монитор для демонстрации тестовых изображений. Им предлагалось выполнить задание без записи пять раз для автоматизации навыка. Затем испытуемым демонстрировались три блока изображений (набор 2), после каждого блока им было необходимо пройти трассу тремометра как можно быстрее, в ходе прохождения собирались данные ТТГ, а также данные о количестве касаний границ трассы.

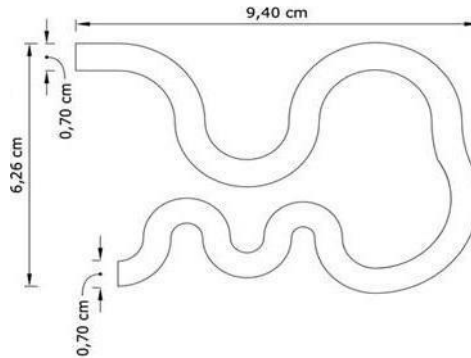


Рисунок 5. Схема тремометра Верхало.

После каждого блока и выполнения задачи, испытуемым давалось 5 минут для отдыха и успокоения.

Схематично план эксперимента представлен на рис. 6.



\* стимулы, подаваемые на каждом цикле были одной валентности. Всего было 3 цикла, со стимулами из категорий "нейтральное", "негативное с компонентом угрозы" и "негативное без компонента угрозы". Между циклами было 5 минут паузы.

Рисунок 6. План четвертого этапа эксперимента

**В параграфе 3.6** описывается пятый этап исследования «**Предъявление стимулов с компонентом угрозы и без него во время автоматизированного письма**».

Пятый этап проводился аналогично этапу 4, однако в качестве задачи испытуемые должны были написать фразу «Шиншилла шиншилле шуршала». Перед ними располагался планшет Wacom, на уровне глаз был закреплен монитор для демонстрации стимульного материала. Перед началом эксперимента

испытуемые должны были написать заданную фразу в спокойном состоянии для сбора контрольных данных.

На этом этапе не проводилось тренировочного выполнения задачи, исходя из предположения, что для взрослых испытуемых навык письма будет автоматизирован сам по себе. После подготовки им демонстрировался стимульный материал (нейтральный стимул, негативный эмоциональный стимул с компонентом угрозы и негативный эмоциональный стимул без компонента угрозы). После каждого блока они должны были написать заданную фразу. В ходе данного этапа собирались данные о количестве инверсий при написании фразы, а также данные ТТГ. Схематично этап представлен на рис. 7.



\* стимулы, подаваемые на каждом цикле были одной валентности. Всего было 3 цикла, со стимулами из категорий "нейтральное", "негативное с компонентом угрозы" и "негативное без компонента угрозы". Между циклами было 5 минут паузы.

#### Рисунок 7. План пятого этапа эксперимента

Испытуемые получили следующую инструкцию: «вам будут продемонстрированы три набора изображений, после каждого из которых вам будет необходимо написать фразу «Шиншилла шиншилле шуршала».

В параграфе 3.7 «Описание аппаратной части» приводится описание аппаратуры, применяемой для исследования, а именно программно–аппаратный комплекс, состоящий из аппаратов для получения ФПГ, ЭАК и ТТГ.

В параграфе 3.8 «Анализ данных» описывается математический аппарат, применяемый в исследовании. Описаны методы предобработки, статистической обработки данных, и представления результатов.

В Главе 4 «Результаты исследования» приводятся и описываются результаты исследования, а также обсуждение результатов. Данные получились корректными и приемлемыми для работы. Все испытуемые включены в обработку данных. В процессе сбора данных были получены результаты показателей датчиков ВНС (ЭАК и ФПГ) и тензотрессограмм. Значимых различий относительно латеральности испытуемых обнаружено не было.

В параграфе 4.1 приводятся результаты 1-го этапа эксперимента «Удержание заданного усилия в изометрическом условии».

В рамках эксперимента были собраны данные ТТГ, ЭАК и ФПГ (Рисунок 9, Рисунок 10). Сопоставление результатов датчиков ЭАК и ФПГ с результатами ТТГ (Рисунок 8) позволяют говорить о наличии реакции на подачу стимульного материала.

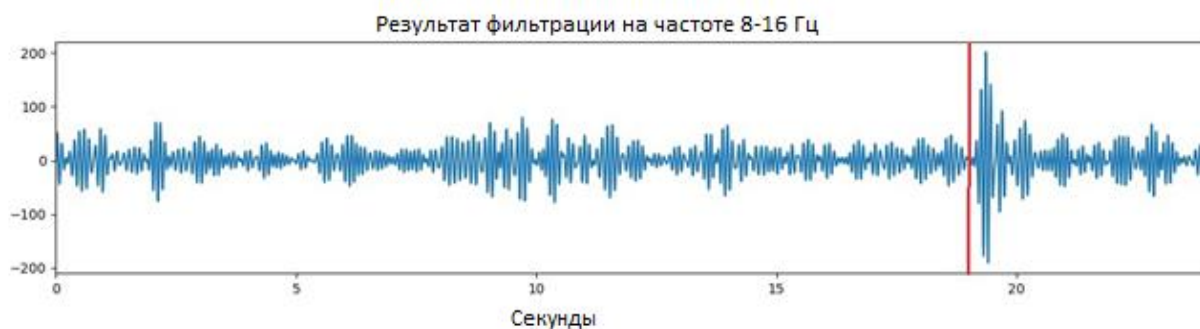


Рисунок 8. Тензотрёморография в изометрическом условии. Стимул «отвратительное изображение» предъявлен на 18,5 секунды и отмечен вертикальной линией. Результат фильтрации на частоте 8 – 16 Гц, вертикальная ось – сотые доли %МПС, горизонтальная ось – время в секундах.

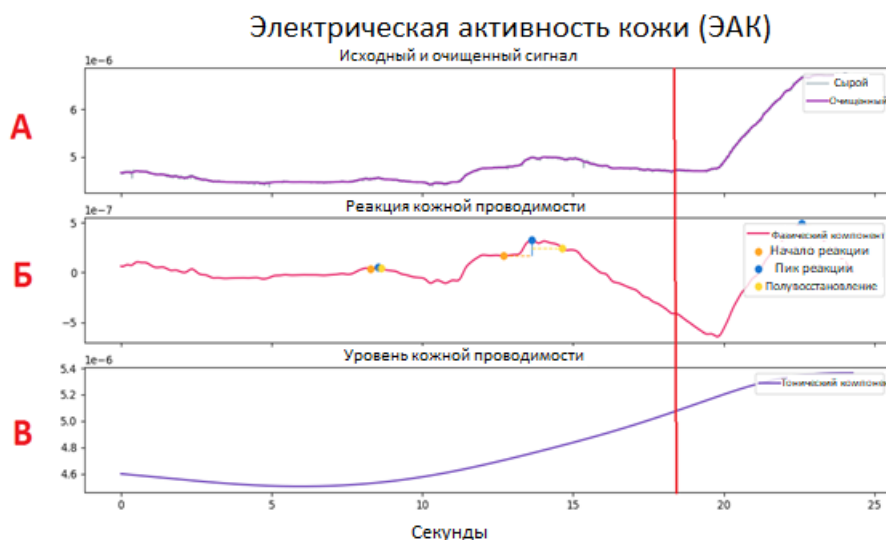


Рисунок 9. Электрическая активность кожи. Стимул «отвратительное изображение» предъявлен на 18,5 секунды и отмечен вертикальной линией. А – фильтрованный сигнал ЭАК, по вертикальной оси – проводимость кожи, в мкСм; Б – Фазовый компонент ЭАК, в десятых долях, в мкСм; В – тоновый компонент ЭАК по вертикальной оси, в мкСм. По горизонтальной оси всех трех графиков время в секундах.



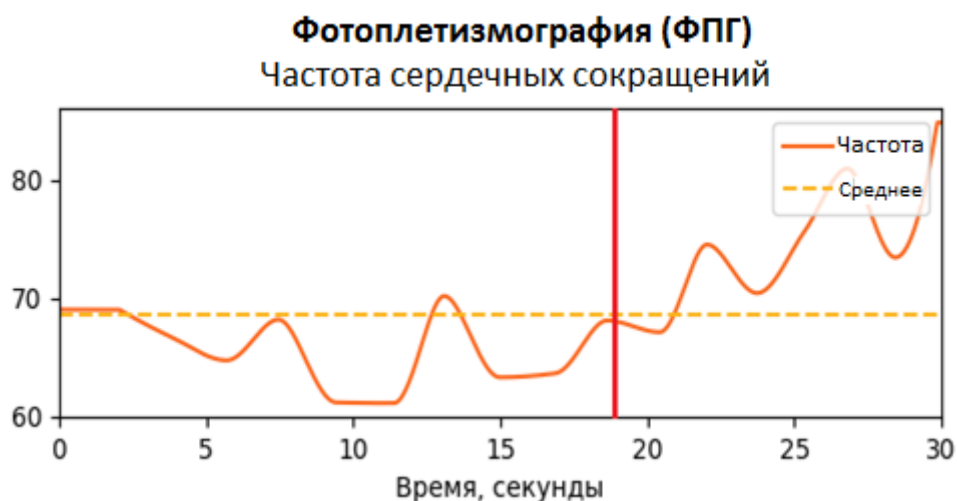


Рисунок 10. Фотоплетизмограмма, момент предъявления стимула отмечен вертикальной линией. По вертикальной оси – количество ударов сердца в минуту.

Предлагаются результаты статистической обработки данных, показывающие наличие различной, однако не специфичной относительно эмоционального стимула, реакции на стимулы с эмоциональной значимостью и без такового. Делается вывод, что после подачи стимула тремор меняется под воздействием некоторого дополнительного фактора, что подтверждается данными ВНС, что подтверждает гипотезу 1. Полученные результаты описаны в таблице 1.

**В параграфе 4.2** описаны и характеризованы результаты 2-го этапа исследования «Удержание заданного усилия с помощью тензодатчика встроенного в ручку»

Приводятся результаты статистической обработки, показывающие наличие значимых отличий между участком записи ТТГ в состоянии эмоционального напряжения и до него.

Демонстрируется, что результаты этапа позволяют говорить о росте мышечного тонуса при предъявлении стимула и неспецифической реакции по отношению к стимулу.

Исходя из результатов эксперимента, гипотеза о наличии связи между эмоциональным напряжением по данным датчиков и изменением характера тремора по данным ТТГ признается верной и для случая задействования дополнительных групп мышц штативным удержанием пера.

**В параграфе 4.3.** описываются и характеризуются результаты 3-го этапа исследования «Предъявление стимулов, вызывающих эмоциональное напряжение во время автоматизированного письма».

В рамках данного эксперимента проводилось исследование характера тремора как фактора, влияющего на автоматизированное письмо.

Предлагаются результаты статистической обработки, показывающие значимые отличия в средней мощности записей с различными стимулами, вызывающими эмоциональное напряжение, и доказываются неспецифичность реакции.

Таблица 1. Статистические результаты этапов 1–3 эксперимента

Результаты 1-го этапа эксперимента «Удержание заданного усилия в изометрическом условии»						
Стимульный материал предъявлялся				Стимульный материал не предъявлялся		
Тип стимула	Epps-Singleton	p-value*	dmax, % МПС	Epps-Singleton	p-value	dmax, % МПС
Звук	38,205425	0,000367	8,28	24,176078	0,001503	2,23
Красивое	35,089456	0,000169	7,75			
Отвратительное	41,284891	0,000266	7,42			
Нейтральное	25,761851	0,000935	3,39			
*Статистика теста значима в каждом случае (p-значение < 0,05)						
Результаты 2-го этапа эксперимента «Удержание заданного усилия с помощью тензодатчика встроенного в ручку»						
Стимульный материал предъявлялся				Стимульный материал не предъявлялся		
Тип стимула	Epps-Singleton	p-value*	dmax, % МПС	Epps-Singleton	p-value	dmax, % МПС
Звук	39.961739	0.000482	9.57	23.473463	0.00102	2.61
Красивое	40.790671	0.000262	7.33			
Отвратительное	43.413932	0.000205	8.12			
Нейтральное	27.113722	0.000766	4.49			
*Статистика теста значима в каждом случае (p-значение < 0,05)						
Результаты 3-го этапа эксперимента "Предъявление стимулов вызывающих эмоциональное напряжения во время автоматизированного письма"						
Стимульный материал предъявлялся			Стимульный материал не предъявлялся			
Тип стимула	Среднее	Стд. отклонение	Среднее	Стд. отклонение		
Звук	393731.09	35232.93	282517.36	6801.29		
Красивое	387469.26	29156.31				
Отвратительное	387562.58	28838.91				
Нейтральное	284229.74	6419.35				

Делается вывод, что эмоциональное напряжение, вызываемое стимулами, имеет влияние на характер тремора в сторону увеличения силы тремора и его спектральной мощности в процессе автоматизированного письма.

В параграфе 4.4 «Предъявление стимулов с компонентом угрозы и без него во время прохождения лабиринта» описываются результаты четвертого этапа эксперимента, демонстрируются таблица парных корреляций контроль–стимул без компонента угрозы и контроль–стимул с компонентом угрозы, а также

графики типа «ящик с усами» для количества касаний границ трассы и данных разброса максимальных амплитуд на ТТГ (рис. 11).

Результаты визуального анализа графиков показывают, что при демонстрации изображений с компонентом угрозы максимальная амплитуда тремора на записи падает, в то время как при демонстрации эмоционального стимула без компонента угрозы амплитуда возрастает.

По данным ТТГ и анализу количества касаний трассы (рис. 12) показывается наличие значимых различий в треморовых характеристиках и деавтоматизации выполнения задачи.

Доказывается, что предъявление негативного эмоционального стимула вызывает деавтоматизацию недавно выученного навыка на уровне С1, при этом большую деавтоматизацию вызывает демонстрация стимула без компонента угрозы, что позволяет говорить о различии деавтоматизации в зависимости от наличия или отсутствия такого компонента угрозы.

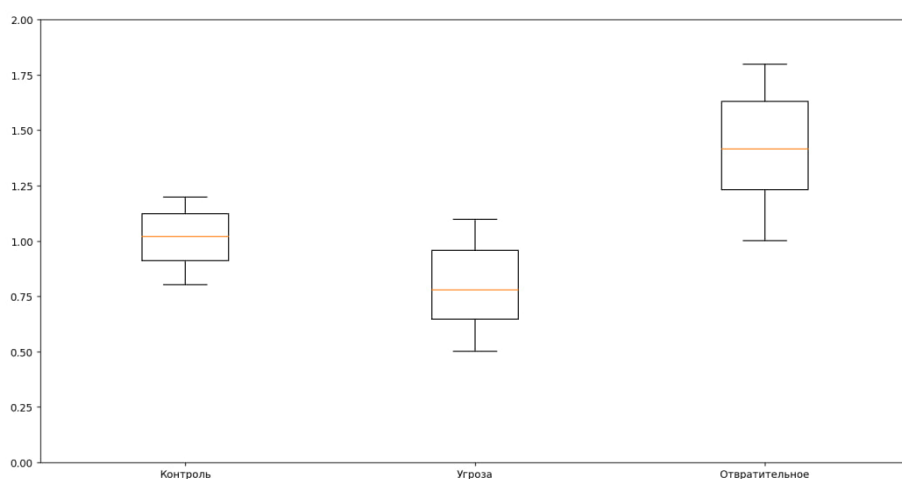


Рисунок 11. Разница максимальной и минимальной амплитуды тремора в 4 этапе в зависимости от стимула

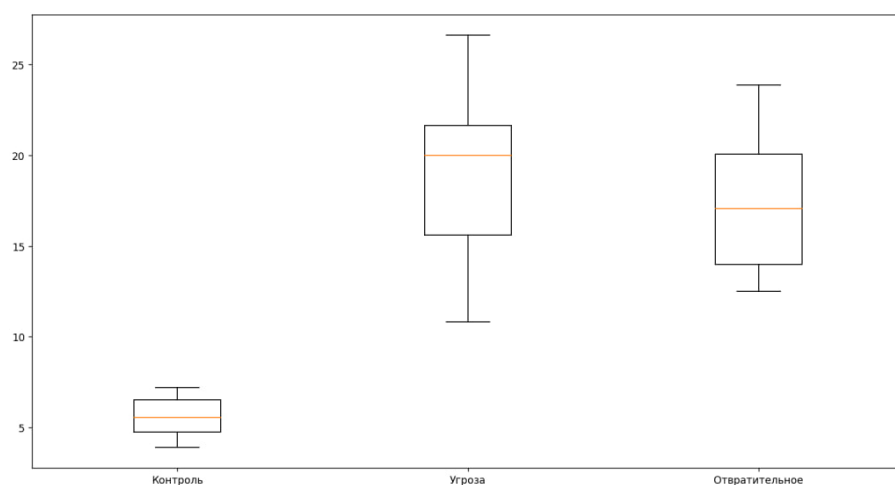


Рисунок 12. Количество касаний трассы лабиринта в 4 этапе в зависимости от стимула

**Параграф 4.5 «Предъявление стимулов с компонентом угрозы и без него во время автоматизированного письма»** описывает результаты пятого этапа эксперимента. Демонстрируются графики типа «ящик с усами» (рис. 13) для оценки количества инверсий при письме фразы «Шиншилла шиншилле шуршала» в зависимости от демонстрации нейтрального стимула, негативного эмоционального стимула без компонента угрозы или негативного эмоционального стимула с компонентом угрозы.

Делается вывод, что деавтоматизация происходит как на уровне С1, так и на уровне Е при демонстрации негативный эмоциональный стимул, однако степень этой деавтоматизации зависит от наличия или отсутствия компонента угрозы в стимульном материале, а также может зависеть от ведущего уровня для навыка, автоматизация которого проверяется.

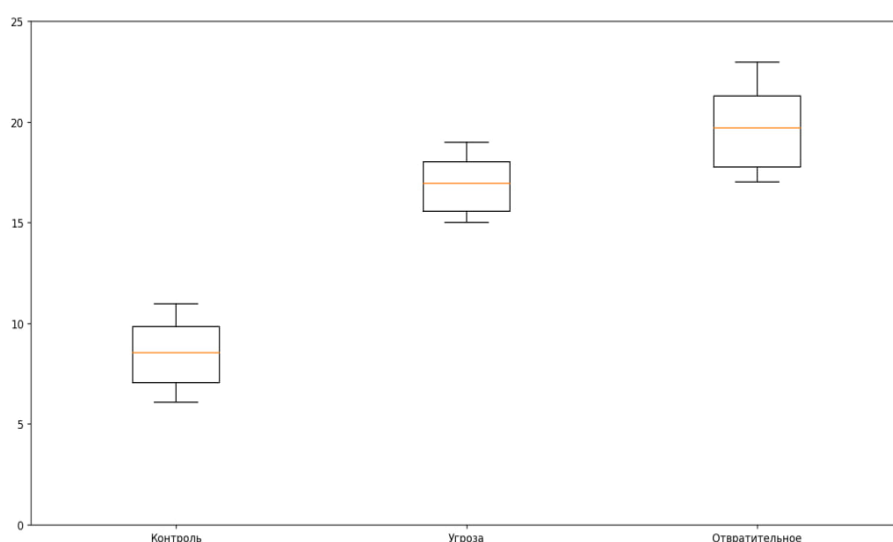


Рисунок 13. Количество инверсий при письме в 5 этапе

**В параграфе 4.6 «Обсуждение результатов исследования»** представлено обсуждение результатов. Рассматривая результаты исследования, на первом этапе эксперимента подтверждена связь результатов с предыдущими работами, выявляя увеличение амплитуды тремора при демонстрации эмоционального стимула, что соответствует результатам Е.А. Chrisou и R.L. Blakmore и др. Однако, наблюдается расхождение с данными А.Ю. Александрова относительно характера изменений тремора, что, вероятно, объясняется различными методами регистрации.

На четвертом этапе эксперимента без угрозы подтверждено наличие возбуждения при негативном эмоциональном стимуле, соответствуя данным Е.А. Christou и К.М. Naugle и др. В пятом эксперименте с угрозой обнаружена реакция "замирания" в ответ на угрозу, соответствующая результатам Т.М. Azevedo и М.А. Hagenars и др. Таким образом, наши результаты вносят новые данные в понимание реакции на эмоциональный стимул в контексте тремора и письма и согласуются с прошлыми исследованиями.

**В заключении** подводятся итоги, отмечаются отличия предлагаемого исследования, области применимости результатов, обозначаются перспективы будущих исследований.

**Результаты исследования позволили сделать следующие выводы**

1. Проведен литературный анализ существующих моделей стресса и эмоций в контексте определения эмоционального напряжения. Введено определение эмоционального напряжения как состояния человека, вызванного как когнитивными, так и эмоциональными факторами, сопровождающееся набором физиологических реакций возбуждения или обратных им, и несущее изменение способности взаимодействовать с внешним миром.

2. Разработан аппаратно–программный комплекс для регистрации и анализа данных вегетативной нервной системы и тензотремографии в процессе письма.

3. Определена связь между физиологическими параметрами вегетативной нервной системы и тензотремограммами при предъявлении стимулов, вызывающих эмоциональное напряжение.

4. Сравнительный анализ по изометрическому сокращению и подключению более крупных мышечных единиц, в эксперименте по удержанию заданного усилия с помощью тензодатчика встроенного в ручку, показал, что эмоциональное напряжение, воздействует сходным образом на статистические показания частотно–амплитудных характеристик тремора.

5. Разработана методика оценки тремора по спектральной мощности в процессе письма. По результатам проведенной апробации показано, что спектральная мощность на частоте 8–16 Гц при предъявлении стимулов, вызывающих эмоциональное напряжение, достоверно больше, чем в отсутствии стимулов или при предъявлении нейтрального стимула.

6. Предложена концепция компонентов эмоционально значимых стимулов на примере компонента угрозы в негативном эмоциональном стимуле.

7. Показано, что на уровнях «С1» и «Е» по Н.А. Бернштейну в зависимости от наличия или отсутствия компонента угрозы наблюдается различная треморовая реакция, статистически отличная от реакции на нейтральный стимул, а также наблюдается деавтоматизация, статистически отличная от уровня деавтоматизации при подаче нейтрального стимула. Более того, эта деавтоматизация отличается в зависимости от уровня по Бернштейну, на котором как ведущем автоматизирован навык и наличия или отсутствия компонента угрозы.

**Список работ, опубликованных по теме диссертации**  
**Публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных**  
**ВАК РФ**

1. Белинский А.В., Девишвили В.М., Черноризов А.М., Лобин М.А. Метод оценки эмоционального состояния с помощью комплекса психофизиологических и тензотрёморометрических методов // Психология и Психотехника. – 2023. – № 1. – С. 26–37. (0,88/0,22 п.л.)
2. Белинский А.В., Девишвили В.М., Черноризов А.М., Лобин М.А. Влияние эмоционального напряжения на параметры тремора усилия в процессе «штативного хвата» пера // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. – 2023. – № 3. – С. 54–63. (0,99/0,25 п.л.)
3. Белинский А.В., Девишвили В.М., Черноризов А.М., Лобин М.А. Влияние эмоционального напряжения на параметры тремора в процессе письма. Мир науки. Педагогика и психология. – 2023. – Т. 11. – № 1. С. 1–12. (0,84/0,21 п.л.)
4. Белинский А.В. Влияние наличия компонента угрозы как фактора деавтоматизации письма // Общество: социология, психология, педагогика. – 2023. – № 4. – С. 105–112. (0,8 п.л.)
5. Белинский А.В., Девишвили В.М., Черноризов А.М., Лобин М.А. Аппаратно-программный комплекс для проведения тензотрёморометрических измерений в психофизиологических исследованиях // Российский психологический журнал. – 2023. – Т. 20, – № 2. С. 6–20. (1,04/0,26 п.л.)
6. Гайдамашко И.В., Белинский А.В. Систематический обзор исследований в зарубежной и российской литературе о воздействии эмоциональных состояний на характеристики письма // Человеческий капитал. – 2023. – №. 12 (180), часть 1. – С. 80–90. (0,87/0,43 п.л.)

**Публикации в изданиях, входящих в международные базы**  
**цитирования (Web of Science)**

7. Belinsky A., Chernorizov A., Devishvili V., Lobin M., Manaenkov A., Trofimova A. The New Device for Studying the Psychomotor Components of Writing // International Journal of Psychophysiology, – 2021. – 168, – S148. (0,07/0,01 п.л.)

**Публикации в других изданиях**

8. Белинский А.В. Использование показателей тремора в фундаментальных и практико-ориентированных психофизиологических исследованиях // История, современность и перспективы развития психологии в системе Российской академии наук. – 2022. – С. 779–781. (0,1 п.л.)