

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А. И. ГЕРЦЕНА»

На правах рукописи

Дружинин Олег Александрович

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ
КАК ФАКТОР УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, СПОРТИВНОЙ
И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Специальность: 5.3.2 – Психофизиология (психологические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата психологических наук

Научный руководитель:
доктор психологических наук
Ефимова Виктория Леонидовна

Санкт-Петербург – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	14
1.1. Понятие успешности в современных психологических исследованиях	14
1.2. Исполнительные функции как фактор успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности	17
Выводы по главе 1.....	32
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, СПОРТИВНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	34
2.1. Этапы исследования.....	34
2.2. Общая характеристика выборки.....	36
2.3. Методики исследования	39
2.4. Процедура проведения психофизиологического тестирования 46	46
2.5. Методы математического анализа	47
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	51
3.1. Анализ возрастных и половых различий в развитии исполнительных функций (возраст 7–40 лет).....	51
3.2. Сравнительный анализ показателей исполнительных функций у детей и подростков с различной академической успешностью (возраст 7–17 лет).....	71

3.3. Анализ показателей исполнительных функций в связи с успешностью в профессиональной деятельности (возраст 20–40 лет)80

3.4. Исполнительные функции и прогноз успешности боксеров спорта высших достижений (возраст 15–25 лет) 86

Выводы по главе 3..... 124

ВЫВОДЫ..... 127

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 130

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 134

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДСТ/ФПНП – динамический сенсомоторный тест / функциональная подвижность нервных процессов

ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция

ПЗМР/СЗМР – индекс отношения простой и сложной зрительно-моторной реакции

ПСМР – простая слухомоторная реакция

РДО – реакция на движущийся объект

РДО-ПЗР – реакция на движущийся объект, процент запаздывающих реакций

СЗМР – сложная зрительно-моторная реакция

СЗМР-СК – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию

УПФТ – устройство психофизиологического тестирования

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Современное общество предъявляет возрастающие требования к скорости переработки информации человеком, его способности к саморегуляции, гибкости мышления и устойчивости к нагрузкам. Успешность в учебной, спортивной и профессиональной деятельности все в большей степени определяется не только объемом знаний и уровнем подготовки, но и эффективностью психофизиологических механизмов регуляции деятельности. В условиях усложнения образовательных программ, интенсификации спортивной подготовки и повышения требований к профессиональной надежности особое значение приобретает поиск объективных факторов, обеспечивающих продуктивность и стабильность деятельности в разные возрастные периоды.

Социальный запрос на раннее выявление индивидуальных ресурсов и ограничений человека обусловлен необходимостью повышения эффективности образовательных траекторий, совершенствования систем профориентации и профотбора, а также разработки научно обоснованных критериев прогнозирования успешности. Особенно актуальной является задача определения возрастных закономерностей формирования психофизиологических механизмов, обеспечивающих произвольную регуляцию поведения и адаптацию к изменяющимся условиям среды.

К числу ключевых регуляторных механизмов относятся исполнительные функции, обеспечивающие целенаправленность деятельности, тормозный контроль, когнитивную гибкость, поддержание цели и контроль ошибок. Именно эти механизмы лежат в основе способности человека организовывать поведение в соответствии с требованиями ситуации, сохранять эффективность в условиях дефицита времени, сенсорной перегрузки и повышенной ответственности за

результат. В учебной деятельности они обеспечивают усвоение материала и устойчивость внимания, в спорте быстроту и точность реагирования при сохранении контроля, в профессиональной сфере надежность и адаптивность поведения.

Несмотря на значительный объем исследований исполнительных функций, остается недостаточно изученным вопрос их возрастной динамики в широком диапазоне от младшего школьного возраста до зрелости, а также их вклада в успешность различных видов деятельности.

Современная наука нуждается в разработке объективных, количественно измеряемых показателей, отражающих функционирование исполнительных систем мозга. Поведенческие и опросные методы оценки не всегда позволяют выявить скрытые регуляторные ресурсы и ограничения. В этой связи возрастает значение инструментальных психофизиологических методик, основанных на анализе параметров сенсомоторных реакций. Временные характеристики реагирования, вариативность и устойчивость ответа, соотношение скорости и точности позволяют рассматривать сенсомоторную реакцию как интегральный показатель эффективности центральных механизмов регуляции деятельности.

Использование сенсомоторных параметров в качестве операционального индикатора исполнительных функций отвечает современному запросу на повышение объективности диагностики и прогноза успешности. Это особенно значимо в задачах профориентации, отбора в спорт высоких достижений и оценки учебного потенциала, где требуется выявление не только актуального уровня подготовки, но и функциональных ресурсов нервной системы.

Исполнительное функционирование как вершина иерархии регуляторных процессов не существует изолированно, а опирается на психофизиологический ресурс, обеспечивающий согласованность корковых и подкорковых механизмов и создающий нейродинамическую основу для устойчивого произвольного контроля поведения. Поэтому дополнительную актуальность приобретает анализ исполнительных функций в совокупности с возрастными особенностями психофизиологического ресурса.

Таким образом, исследование возрастных особенностей исполнительных функций как фактора успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности отвечает как социальному запросу на объективные критерии оценки и прогнозирования продуктивности человека, так и научной потребности в системном понимании психофизиологических механизмов регуляции деятельности на протяжении онтогенеза.

Теоретико-методологические основания исследования. Методология настоящего исследования строится на принципах:

- системности – исполнительные функции понимаются как интегративный регулятор поведения в системе «человек – деятельность – среда»;
- объективности – используются стандартизированные сенсомоторные тесты и количественный анализ данных;
- экологической валидности – приоритет отдан методикам, которые могут использоваться в типичных условиях выполнения деятельности (школа, спорт, работа);
- практической направленности – отбор методик ориентирован на их применение в образовательной, спортивной и профессиональной практике.

Таким образом, исследование базируется на устойчивых теоретических основаниях и современной методологии, обеспечивающих оценку исполнительных функций как универсального психофизиологического механизма успешности человека в различных видах деятельности.

Теоретические основания исследования опираются на:

- теоретические представления А. Р. Лурии о роли префронтальных отделов в контроле и коррекции действий [79; 80; 81].
- иерархическую концепцию Н. А. Бернштейна об уровне управления активностью [17; 18]
- концепцию функциональных систем П. К. Анохина [7; 8]

- теоретические представления о роли исполнительных функций в управлении поведением Е. И. Николаева [90], О. М. Разумникова [96], А. Diamond [162], А. Miyake, М. Р. Friedman, [199].

- теоретические представления о психофизиологическом ресурсе как факторе успешности деятельности человека В. Л. Ефимова [58].

Целью исследования является изучение возрастных особенностей исполнительных функций как фактора успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности.

Задачи исследования:

1. Провести анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной изучению возрастных особенностей исполнительных функций как фактора успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности.

2. Подобрать сенсомоторные тесты для оценки параметров исполнительных функций (тормозного контроля, рабочей памяти, когнитивной гибкости) и психофизиологического ресурса.

3. Осуществить сравнительный анализ показателей исполнительных функций у школьников 7–17 лет с различной академической успешностью.

4. Проанализировать особенности исполнительных функций в связи с профессиональной успешностью молодых мужчин и женщин

5. Выявить параметры исполнительных функций и психофизиологического ресурса, имеющие прогностический потенциал для оценки спортивных достижений (на примере боксеров).

Объект исследования: исполнительные функции.

Предмет исследования: исполнительные функции и психофизиологический ресурс как предикторы успешности деятельности школьников 7–17 лет, взрослых до 40 лет (на примере представителей различных профессий и боксеров спорта высших достижений).

Гипотезы исследования:

1. Развитие исполнительных функций с возрастом у детей, подростков молодых мужчин и женщин нелинейно и может достигать плато.

2. Имеются половые различия в использовании исполнительных функций и психофизиологического ресурса для достижения успешности в учебной, профессиональной и спортивной деятельности.

3. Успешность обучения и функционирования в ряде профессий можно предсказать на основе возрастных особенностей развития исполнительных функций на определенных этапах онтогенеза.

4. Возрастная динамика исполнительных функций у спортсменов-боксеров соответствует общим онтогенетическим закономерностям их развития. Однако прогностическая значимость отдельных показателей исполнительных функций в отношении спортивной успешности является спорт-специфичной и различается в зависимости от пола спортсменов.

Методы и методики исследования:

- теоретический анализ научной литературы по проблеме исследования;
- организационный метод, позволяющий спланировать все этапы исследования;
- эмпирические методы, включающие опрос, анкетирование, экспертную оценку, эксперимент;
- методы обработки полученных данных с помощью статистического анализа;
- интерпретационные методы, включающие сравнение, структурный и линейный анализ полученных данных

Исследование проводилось с применением комплекса методик, включающих инструментальные психофизиологические тесты.

Положения, выносимые на защиту:

1. Нелинейность формирования исполнительных функций обнаруживается в поступательном характере их развития от 7 до 15 лет и дальнейшем плато к

возрасту 30 лет, что соответствует представлениям о завершении миелинизации соответствующих областей головного мозга.

2. Половые различия в распределении психофизиологического ресурса на всех изученных возрастных этапах заключаются в том, что стратегия достижения успешности у мужчин связана со скоростью и интенсивностью, а у женщин с точностью выполнения деятельности.

3. Более позднее формирование тормозного контроля у мальчиков связано с половыми различиями в успеваемости с 7 до 15 лет. После 15 лет успешность в обучении в меньшей степени связана с качеством психофизиологических механизмов.

4. Компонентом исполнительных функций, демонстрирующим наиболее устойчивую и статистически значимую связь с учебной успешностью у школьников обоих полов во всех исследованных возрастных группах, является уровень сформированности тормозного контроля. Показатели рабочей памяти и когнитивной гибкости характеризуются более выраженной зависимостью от специфики деятельности и вносят дифференцированный вклад в успешность в зависимости от ее типа.

5. Для лиц с высшим образованием, демонстрирующих профессиональную успешность, характерны более высокие показатели когнитивной гибкости и рабочей памяти по сравнению с лицами со средним образованием.

6. Успешность мужчин и женщин боксеров уровня национальной сборной предопределяется показателями тормозного контроля в реакции на движущийся объект в сочетании с сенсомоторными характеристиками ударных движений руки. В остальном возрастные и половые особенности развития исполнительных функций соответствовали общей выборке.

Научная новизна исследования. Впервые на репрезентативной выборке (1181 человек) в широком возрастном диапазоне от 7 до 40 лет реализован комплексный психофизиологический анализ сенсомоторных коррелятов исполнительных функций как факторов успешности учебной, профессиональной и спортивной деятельности. Получены данные, позволяющие рассматривать

исполнительные функции как высший регуляторный уровень, опирающийся на психофизиологический ресурс, обеспечивающий корково-подкорковую интеграцию и устойчивость деятельности.

Разработаны и апробированы интегральные прогностические показатели, позволяющие количественно оценивать вклад различных компонентов исполнительных функций и психофизиологического ресурса в успешность деятельности. Тем самым обеспечен переход от описательных характеристик когнитивного контроля к инструментально измеряемым психофизиологическим критериям прогноза.

Выявлены возрастные закономерности формирования исполнительных функций, установлено более раннее их развитие у девочек по сравнению с мальчиками с последующим нивелированием различий к подростковому возрасту. Показано, что тормозный контроль выступает универсальным возрастностабильным предиктором учебной успешности, тогда как рабочая память и когнитивная гибкость демонстрируют деятельностно-специфичный характер влияния.

Расширены представления о полоспецифической организации психофизиологического ресурса, установлены различия в соотношении скорости, устойчивости и точности сенсомоторного реагирования, а также выявлена специфика реализации регуляторных механизмов в задаче реакции на движущийся объект.

Впервые показано, что структура предикторов успешности различается в зависимости от типа профессиональной деятельности. Для профессий, требующих высшего образования, значимыми оказываются показатели когнитивной гибкости и рабочей памяти, тогда как для профессий, не требующих высшего образования, более выраженное значение имеют параметры психофизиологического ресурса, отражающие скорость и устойчивость реагирования.

Установлено, что в спорте высших достижений успешность определяется специфической конфигурацией исполнительных функций и

психофизиологического ресурса, различающейся по полу и возрасту, при сохранении общих онтогенетических закономерностей их развития. Показано, что преимущество спортсменов национальной сборной проявляется прежде всего в показателях тормозного контроля в условиях динамического сенсомоторного взаимодействия.

Теоретическая значимость. Результаты исследования позволяют уточнить возрастные закономерности развития тормозного контроля, рабочей памяти и когнитивной гибкости, половые и возрастные особенности развития исполнительных функций и психофизиологического ресурса, расширяют представления о связи исполнительных функций с успешностью человека в учебной, профессиональной и спортивной деятельности.

Практическая значимость: полученные экспериментальные данные могут быть использованы для прогнозирования трудностей обучения в школе и их профилактики, выбора индивидуального маршрута обучения и дополнительных занятий для детей, оценки возрастной нормы уровня развития исполнительных функций у детей, помощи в выборе вида спорта; профориентации детей и взрослых; профотбора, поддержки принятия решения при формировании однородных образовательных, профессиональных, спортивных групп; помощи в психологическом консультировании; уточнении индивидуальной тренировочной программы для спортсменов; отбора спортсменов в национальные сборные, формирование основного и резервного состава.

Результаты психофизиологического тестирования уже используются в центре когнитивных ресурсов «Синапс» (ООО «Логопрогноз») в Санкт-Петербурге и Москве при организации психолого-педагогической помощи школьникам с трудностями в обучении; проведения профориентации; тренингов для взрослых, направленных на поддержание и развитие исполнительных функций.

Полученные результаты могут быть включены в содержание учебных курсов «Психофизиология» и «Возрастная психология» в образовательных организациях высшего образования, а также использованы при разработке учебно-методических материалов.

Апробация работы. Полученные результаты исследования были представлены на заседании кафедры возрастной психологии и педагогики семьи Института детства РГПУ им. А. И. Герцена (26 июня 2025 года), на собрании аспирантов кафедры (25 июня 2025 года), а также на следующих научных конференциях: Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения А. В. Брушлинского и 300-летию основания Российской академии наук (Москва, 12–14 октября 2023 года), Международной научно-практической конференции «Педагогика и психология: передовой опыт и реализация» (Киров, 30 октября 2024 года), Международной научно-практической конференции «Психология образования и педагогические инновации в цифровую эпоху» (Стерлитамак, 30 ноября 2024 года), VIII съезде физиологов СНГ (Сочи, 23–28 апреля 2025 года).

Основные положения, выводы и результаты исследования отражены в 13 публикациях, из них 9 статей опубликованы в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации для публикации основных результатов диссертационных исследований, в том числе 3 – без соавторов, общим объемом 4 печатных листа, из них авторский вклад – 3,8 печатного листа.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц, 33 рисунка. Библиографический список включает 244 наименования, в том числе 124 на русском языке и 120 – на английском.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. Понятие успешности в современных психологических исследованиях

Слово «успех» определяется толковым словарем С. И. Ожегова как хорошие результаты в работе. Успешность человека связана с его способностью быстро и качественно получать новые знания, осваивать необходимые для профессиональной и иной деятельности навыки и применять их [11; 45; 47]. При этом успех часто определяется также индивидуальной способностью ориентироваться, эффективно действовать и раскрывать потенциал в конкретных, иногда нестандартных условиях [26; 35; 49].

Обсуждается соотношение категорий успеха, успешности и жизненного благополучия в условиях неопределенности, характерной для современного мира [15; 16]. В разные возрастные периоды представление об успехе и успешности могут меняться [24; 43; 50]. Исследования, включающие психофизиологические показатели, позволят прогнозировать индивидуальные траектории успешности [113; 114; 115; 122].

Впервые ребенок сталкивается с социальными требованиями к качеству своей деятельности в школе, где критерием успешности учащихся являются отметки. Социальная оценка успешности взрослого человека является более

сложной задачей ввиду разнообразия видов профессиональной деятельности. Во многом успешность определяется выбором профессии [69; 71; 71; 84]. Способность к прогнозированию во многом определяет успешность, поэтому эта способность активно изучается исследователями [101; 102; 103].

При всем многообразии профессий существуют виды деятельности, в которых успешность человека не вызывает сомнений: такие как спорт высших достижений, где критерием успешности являются награды, полученные на международных соревнованиях. Поэтому спортсмены уровня национальной сборной, как и школьники, являются перспективной и достаточно однородной группой для изучения психофизиологических факторов успешности.

Понятие успешности, несмотря на свою кажущуюся очевидность, не является строго определенным в научном смысле. В различных контекстах оно может означать материальное благополучие, признание, самооффективность, степень реализации потенциала, соответствие ожиданиям, результаты тестов и экзаменов и т. д. [31; 14; 46; 77]. Эта многозначность делает успешность категорией относительной, контекстуально обусловленной и социально интерпретируемой [104; 111]. Один и тот же результат может рассматриваться как успех в одном контексте и как средние результаты или даже неудача – в другом [203; 206]. Ситуации, когда человек демонстрирует талант или способности являются также важными для изучения [151; 94].

Ограниченность выборок в большинстве работ не дает представления о том, как успешность в детстве связана с успешностью в профессиональной деятельности взрослого человека [48; 235]. В большей части исследований изолированно изучается успешность в школьном обучении [4; 55; 76; 85] или при получении высшего образования [78; 123; 149].

В данной работе успешность трактуется как зафиксированный результат – то есть то, что уже произошло, и может быть измерено или подтверждено внешними данными (например, отметкой в школе, экспертной оценкой, местом в рейтинге), как результат, имеющий социальную значимость. Успешность – это не любое завершённое действие, а такое, которое признается ценным в соответствующей

среде (учебной, профессиональной, спортивной, социальной и т. д.), как результат, превосходящий норму. Успешность рассматривается как итог длительного процесса, а не разовая удача или ситуативный успех.

Такая операционализация позволяет перейти к научному анализу термина «успешность»: выявлению предикторов успешности, построению моделей, сравнительному исследованию и, главное – к разработке инструментов прогнозирования успешности и поддержки в ее достижении.

Фактор – это причинно или функционально значимый элемент, который оказывает влияние на течение, структуру или результат какого-либо процесса или явления. В настоящем исследовании под факторами успешности понимаются те индивидуальные психофизиологические характеристики, которые через показатели инструментальных исследований статистически связаны с устойчивым достижением социально значимых, измеримых результатов (например, академической успеваемости) в рамках однородной группы испытуемых [32; 68; 73].

Современная психология активно стремится к повышению точности и воспроизводимости прогностических выводов. В этих условиях особую ценность приобретает использование объективных, инструментально фиксируемых психофизиологических показателей, которые могут дополнять или уточнять классические психологические подходы [200; 224].

Важно отметить, что выявленные на нормотипичной выборке объективные предикторы успешности могут быть использованы как ориентировочные реперные точки при работе с людьми, имеющими особенности развития, соматические или психоневрологические ограничения. В таких случаях речь пойдет не о прямом сравнении, а о возможности адаптивной интерпретации данных – для подбора адекватных форм поддержки, выявления сохранившихся ресурсов и построения индивидуализированных маршрутов развития.

1.2. Исполнительные функции как фактор успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности

Успешность человека в современном обществе определяется не только внешними условиями, уровнем образования и профессиональной подготовкой, но и уровнем развития его психофизиологических особенностей. Среди последних особое место занимают исполнительные функции, которые представляют собой совокупность психофизиологических процессов, обеспечивающих произвольную регуляцию поведения, в том числе торможение импульсивных реакций, поддержание цели, гибкость мышления и контроль ошибок [19; 51; 105]. Понятие «исполнительные функции» (executive functions, EF) занимает центральное место в современной психофизиологии, поскольку связано с регуляцией целенаправленного поведения, произвольной активностью и адаптацией к новым условиям [5; 91; 110; 127].

Исполнительные функции обеспечивают способность к планированию, самоконтролю, подавлению импульсивных реакций, гибкому переключению между задачами и удержанию информации в рабочей памяти [98; 162; 240]. Исполнительные функции лежат в основе способности человека адаптироваться к требованиям быстро меняющейся среды [39; 59], усваивать новое и эффективно реализовывать поставленные цели [23; 30]. Исследования показывают, что уровень развития исполнительных функций тесно связан с успешностью в обучении, особенно в детском возрасте [223; 232]. Однако закономерности все еще требуют дальнейшего изучения, проводятся поиски интегральных показателей для оценки исполнительных функций [130]; факторов развития исполнительных функций, например, физической активности [142; 159].

Классические основания современных представлений об исполнительных функциях заложены в работах Л. С. Выготского, который рассматривал произвольность поведения как результат интериоризации внешней регуляции. С его точки зрения, высшие психические функции, в том числе способность к сознательному контролю, имеют социальную природу и формируются в процессе взаимодействия ребенка со взрослым и культурной средой [33; 34].

А. Р. Лурия в своей теории функциональных блоков мозга отводил префронтальной коре головного мозга ведущую роль в обеспечении программирования, контроля и коррекции действий. Он подчеркивал, что именно третий блок мозга, связанный с лобными отделами, отвечает за реализацию целей, построение стратегии поведения и подавление неадекватных реакций [80].

С позиции психофизиологии значительный вклад в понимание механизмов произвольного поведения внес Н. А. Бернштейн, рассматривавший произвольное движение как результат многоуровневой иерархической регуляции, требующей не только возбуждения, но и точной настройки торможения. Концепция «своевременности» и обратной афферентации, предложенная Бернштейном, предвосхитила современные представления о динамической регуляции поведения в условиях неопределенности [17; 18].

Механизмы произвольного управления деятельностью рассматриваются также в работах П. К. Анохина [9; 10].

В современной литературе отсутствует единая трактовка исполнительных функций, однако большинство моделей сходятся на трех базовых компонентах [163; 177].

1. Тормозный контроль (inhibition) – способность подавлять импульсивные или автоматические действия, сопротивляться отвлекающим стимулам и интерференции [97].

2. Рабочая память (working memory) – способность удерживать и обновлять информацию в актуальном фокусе внимания для выполнения текущей задачи [27].

3. Когнитивная гибкость (cognitive flexibility) – способность переключаться между правилами, задачами или стратегиями при изменении условий.

Позднее к этой триаде были добавлены мета-компоненты, такие как планирование, целеполагание, саморегуляция, эмоциональный контроль и др., однако базовые функции остаются ядром большинства инструментальных моделей. Исследования, проведенные в последние десятилетия, подтверждают относительную независимость и в то же время координацию этих компонентов, что позволяет рассматривать исполнительные функции как многоуровневую систему, работающую в тесной связи с другими психофизиологическими механизмами [132; 174].

С позиции психофизиологии, исполнительные функции могут быть количественно оценены с помощью тестов, моделирующих условия, в которых требуется произвольное подавление, удержание информации, быстрая смена стратегии или поддержание заданного темпа [131; 136]. В настоящем исследовании данный многокомпонентный подход лег в основу подбора психофизиологических тестов.

Контроль поведения, основанный на зрелых исполнительных функциях, способствует снижению уровня школьной тревожности, агрессивности и конфликтности, а также способствует развитию безопасной образовательной среды. Развитые исполнительные функции, включая тормозный контроль, позволяют обучающемуся не только управлять собственным поведением, но и эффективно адаптироваться к социальным требованиям, прогнозировать реакции окружающих, разрешать конфликты, что напрямую связано с формированием безопасного и поддерживающего образовательного пространства [13], что связано с функциональным созреванием определенных областей головного мозга [225; 226].

Кроме того, исполнительные функции демонстрируют зависимость от уровня образования: более развитые когнитивные стратегии, устойчивость к фрустрации и социальная адаптация чаще отмечаются у обучающихся с высоким академическим статусом. В свою очередь, целенаправленное развитие компонентов исполнительных функций в образовательном процессе может не

только повысить успеваемость, но и стать эффективным инструментом профилактики девиантного поведения и социальной дезадаптации.

В ряде исследований особое внимание уделяется параметрам тормозного контроля в связи с успешностью в различных видах деятельности [95; 96]. Традиционно он оценивается в сенсомоторных задачах, где необходимо выбрать реакцию [143; 216; 241]. Есть работы, связывающие развитие тормозного контроля с развитием модели психического у детей [152].

Организм человека с момента рождения вынужден адаптироваться к условиям окружающей среды. Зачастую адаптивные реакции требуют максимальной мобилизации ресурсов нервной системы человека. Поэтому логично предположить, что помимо высокоуровневых процессов, таких как исполнительные функции, успешность человека в обучении, спорте и профессиональной деятельности будет зависеть от способности мозга обрабатывать мультисенсорную информацию и формировать адаптивный ответ. Эта способность была определена в работах В. Л. Ефимовой как психофизиологический ресурс [53]. В настоящей работе термин «психофизиологический ресурс» определяется как способность оптимизировать или максимизировать производительность когнитивной деятельности за счет качества сенсомоторной интеграции, позволяющей человеку адаптивно регулировать свое поведение для достижения успешности.

Развитие исполнительных функций в онтогенезе представляет собой один из ключевых процессов становления произвольного поведения и регуляции деятельности. Современные исследования демонстрируют, что формирование компонентов исполнительных функций (рабочая память, тормозный контроль, когнитивная гибкость) начинается в раннем детстве [108], проходит ряд критических фаз в дошкольном и младшем школьном возрасте и продолжается до начала зрелости [135; 208; 227].

С точки зрения Л. С. Выготского, развитие произвольности как системного качества личности осуществляется в процессе социализации и усвоения культурных средств поведения. Произвольные действия возникают на основе

внешней регуляции и через интериоризацию становятся инструментами самоконтроля [33; 34]. А. Р. Лурия подчеркивал, что становление лобной регуляции и функций программирования, контроля и коррекции развивается последовательно, в зависимости от вызревания соответствующих структур мозга и опыта их функционального использования [79; 80; 81].

Наибольшие темпы развития исполнительных функций приходятся на возрастной интервал 5–12 лет. В этот период происходит быстрое улучшение показателей рабочей памяти и тормозного контроля, а также увеличение устойчивости внимания и способности к переключению [170]. В подростковом возрасте (12–16 лет) наблюдаются сложные перестройки в структуре исполнительных функций, включая временные регрессии, которые связаны с неравномерным созреванием префронтальных отделов и усилением влияния эмоциональных факторов на поведение [196; 205].

Исследования, выполненные с использованием психофизиологических тестов, подтверждают наличие нелинейной возрастной динамики развития исполнительных функций [139; 221; 242], однако специфика возрастных изменений нуждается в дальнейшем изучении.

Имеются также и половые различия. Ряд исследований показывает, что девочки демонстрируют более высокие показатели тормозного контроля и устойчивости внимания в возрасте до 12–13 лет [179; 183]. У мальчиков в этот же период может наблюдаться нестабильность показателей, но к 15–16 годам происходит выравнивание, а в ряде компонентов – опережение. Это требует учета половых различий при интерпретации результатов диагностики и планировании интервенций [190; 198].

Вопросы возрастных и половых особенностей исполнительных функций требуют дальнейшего изучения, так как в большинстве описанных выше исследований применялись исключительно тесты, оценивающие простые сенсомоторные реакции, которые могут не отражать все особенности исполнительных функций. Требуется сравнительный анализ показателей простых

и сложных сенсомоторных тестов, который позволит более детально изучить изменение исполнительных функций в онтогенезе.

Таким образом, возрастное развитие исполнительных функций характеризуется высокой чувствительностью к этапам психофизиологического созревания, индивидуальным и средовым особенностям, что делает необходимым использование стандартизированных шкал, калиброванных по возрасту и полу. При этом значительная часть существующих исследований выполнена на ограниченных по объему выборках, что снижает обобщаемость полученных результатов. Выявленные особенности определяют актуальность дальнейшего анализа с использованием расширенных и более репрезентативных выборок.

Академическая успешность в школьном возрасте определяется не только уровнем интеллекта, но и качеством регуляторных когнитивных процессов [68; 73], к числу которых в первую очередь относятся исполнительные функции [23; 30]. Переход от импульсивной к произвольной форме поведения, способность к контролю, удержанию инструкции, переключению внимания и планированию – все это ключевые условия полноценной учебной деятельности [56; 60; 219].

Исполнительные функции выступают в роли медиаторов между когнитивными возможностями ребенка и его способностью к саморегуляции в условиях учебной нагрузки. Уровень развития исполнительных функций прямо коррелирует с результативностью в овладении математикой, чтением и письмом. Особенно важными компонентами в этом контексте являются рабочая память и тормозный контроль [6; 87; 195]. Исполнительное функционирование изучается и в контексте нарушений нейроразвития и психопатологии у взрослых [214; 218; 220], а также успешностью людей с подобными состояниями.

В некоторых исследованиях было установлено, что показатели точности и скорости в задачах на торможение и рабочую память предсказывают уровень академической успешности в начальной школе [6; 39]. Они продемонстрировали, что сочетание временных характеристик (латентность) и качества выполнения (точность) в простых когнитивных задачах может использоваться для диагностики

трудностей в обучении [52; 68; 222]. Показана связь показателей исполнительных функций и навыка чтения у младших школьников [172].

Кроме того, исполнительные функции обеспечивают возможность самоконтроля, отсроченного подкрепления, планирования – то есть всего того, что формирует устойчивую учебную мотивацию и поведенческую дисциплину [184; 192]. Именно исполнительные функции выступают центральным механизмом, связывающим когнитивный потенциал и поведенческую эффективность [13; 193].

Интерес представляют и работы, в которых применяются инструментальные методы (например, сенсомоторные и двигательные тесты), позволяющие объективно оценить регуляторные возможности ученика [20; 64; 193]. Исследования показали, что показатели времени реакции, точности нажатий на кнопку и устойчивости ритма движений в таких тестах значимо коррелируют с уровнем внимания и академическими результатами [181; 188; 197]. Показано, что эти методики особенно полезны при диагностике у младших школьников и детей с нарушениями речи [206; 240].

Таким образом, исполнительные функции представляют собой значимый предиктор школьной успешности. Их развитие – необходимое условие эффективного включения ребенка в учебный процесс, а диагностика – потенциально мощный инструмент для профилактики школьной неуспешности.

Наблюдаемая в литературе гетерогенность результатов исследований может быть обусловлена методологическими различиями и вариациями исследовательских дизайнов. Существующие противоречия подчеркивают необходимость уточнения и эмпирической верификации выявленных закономерностей.

Успешность взрослого человека во много связана с его профессиональной реализацией [72]. В условиях современного общества профессиональная деятельность требует от человека не только специальной подготовки и знаний, но и высокой способности к саморегуляции, планированию, контролю и принятию решений в условиях неопределенности [25; 42]. Именно эти качества связаны с

уровнем развития исполнительных функций, которые обеспечивают устойчивость профессионального поведения, его адаптивность и продуктивность [61; 92].

В зарубежных исследованиях подчеркивается, что высокий уровень развития исполнительных функций необходим для успешного овладения профессиями, требующими интеллектуального напряжения, многозадачности, принятия решений в быстро меняющейся обстановке [148; 229]. В частности, рабочая память и когнитивная гибкость оказываются критически важными для специалистов в области медицины, инженерии, педагогики, IT и других областей с высокой когнитивной нагрузкой [125; 129]. Однако недостаточная репрезентативность выборок остается одним из ключевых ограничений существующих исследований. Имеются также и половые особенности исполнительного функционирования как фактора успешности профессиональной деятельности [213].

Исполнительные функции лежат в основе способности к переключению между задачами, планированию этапов деятельности, соблюдению временных ограничений, управлению вниманием в условиях информационного насыщения [133]. В современных психологических исследованиях подчеркивается, что именно регуляторные способности отличают высокоэффективных работников от среднестатистических [128].

Показано, что в случае функциональных дефицитов исполнительных функций у взрослых чаще наблюдаются трудности в овладении новыми навыками, увеличивается вероятность профессионального выгорания, появляется склонность к ошибочным действиям при информационной перегрузке [204]. Таким образом, различия в эффективности работы специалистов могут объясняться не только знаниями и опытом, но и уровнем исполнительной регуляции [36; 244]. При этом используемые в ряде работ методики не обеспечивают достаточного уровня надежности и воспроизводимости выводов.

В последние годы нарастает интерес к диагностике исполнительных функций при профотборе. Исследования показывают, что использование тестов на торможение, переключение и устойчивость внимания позволяет прогнозировать успешность адаптации к новым видам деятельности, особенно в экстремальных

условиях – в армии, медицине, авиации [38; 157]. Но выборочные характеристики в ряде работ не позволяют в полной мере экстраполировать результаты на более широкие популяции.

Исполнительные функции в профессиональной деятельности выступают как ключевой компонент, определяющий способность человека к эффективному выполнению задач в условиях повышенной сложности, дефицита времени и социальной ответственности. Это делает актуальным включение оценки исполнительных функций в процессы профотбора, профессионального развития и профилактики неуспешности на рабочем месте. Несмотря на наличие отдельных исследований, рассматриваемая проблематика в настоящее время остается недостаточно систематизированной и фрагментарно изученной. Указанные ограничения предшествующих исследований формируют запрос на системный и методологически выверенный подход к изучению данной проблемы.

Спортивная деятельность, особенно на уровне высоких достижений, требует от человека не только отличной физической подготовки, но и высокого уровня когнитивной регуляции. В условиях дефицита времени, многозадачности и высокой неопределенности эффективность действий спортсмена во многом зависит от состояния его исполнительных функций – способности к самоконтролю, торможению ошибочных реакций, удержанию плана действия и быстрому переключению внимания [40].

Современные исследования в области спортивной психофизиологии показывают, что исполнительные функции играют важную роль в обеспечении соревновательной успешности. Так, у спортсменов более высокого уровня подготовки выявляются лучшие показатели тормозного контроля, устойчивости внимания, скорости принятия решений и когнитивной гибкости. Это особенно выражено в видах спорта с высокой скоростью обмена действиями и необходимостью мгновенного реагирования на непредсказуемую ситуацию (фехтование, борьба, командные виды спорта, единоборства) [53; 147].

Исследования показали, что уровень развития исполнительных функций атлетов статистически связан с их спортивной результативностью, а показатели

времени реакции, точности и устойчивости к отвлекающим стимулам предсказывают не только текущую успешность, но и потенциал к обучаемости в спорте. Установлено также, что высокий уровень когнитивной гибкости способствует более быстрой адаптации к изменяющимся условиям игры или боя [1; 22]. Однако существующие подходы отражают лишь отдельные аспекты изучаемого явления, не формируя единой концептуальной рамки.

С точки зрения психофизиологической регуляции, исполнительные функции в спорте связаны не только с деятельностью префронтальной коры, но и с координацией между соматосенсорной, вестибулярной и зрительной системами [210]. В литературе представлены несогласующиеся результаты, свидетельствующие о сложности и многофакторности изучаемого процесса.

Применение психофизиологических методик (таких как теппинг-тест, реакции на движущийся объект, сенсомоторные задачи с выбором) позволяет объективно оценивать уровень регуляторной подготовки спортсмена и использовать данные в тренировочном процессе и отборе. Кроме того, в отдельных исследованиях предпринимаются попытки развивать исполнительные функции с помощью когнитивных тренировок, что подтверждает пластичность исполнительных функций и значимость в спортивном развитии [185; 237]. При этом различия в выводах, полученных разными авторами, указывают на отсутствие консенсуса в оценке данного феномена.

Таким образом, исполнительные функции являются неотъемлемым компонентом спортивной успешности и представляют интерес как объект диагностики, прогноза и целенаправленного развития в системе подготовки спортсменов. Вместе с тем, имеющиеся данные не позволяют говорить о завершённости научных представлений по данному вопросу.

Диагностика исполнительных функций представляет собой одну из наиболее актуальных задач в современной психофизиологии. Это связано с тем, что исполнительные функции не наблюдаемы напрямую, но могут быть оценены через поведенческие проявления – выполнение задач, требующих подавления импульсов, гибкости, планирования и удержания информации в памяти.

В мировой практике применяются два основных подхода к оценке исполнительных функций: опросный (оценочный) и инструментально-поведенческий. Первый основан на субъективной оценке поведения со стороны родителя, педагога, самого испытуемого. Этот подход удобен в массовом скрининге, но зависит от мотивации, понимания инструкций и социальных искажений [180]. Опросники и анкетные методики направлены на выявление мотивационных, эмоциональных и метапознавательных компонентов, которые опосредуют учебную активность.

Примеры:

AMS (Academic Motivation Scale) – шкала академической мотивации: внутренняя, внешняя, амотивация [230].

MAI (Metacognitive Awareness Inventory) – шкала метакогнитивной осознанности: включает планирование, мониторинг, оценку и регуляцию собственных мыслительных процессов [182].

GSES (General Self-Efficacy Scale) – шкала общей самоэффективности Шварцера – Ерусалима [56].

Методики Н. Г. Лускановой, Т. А. Смирновой, Д. В. Люсина [83; 109].

Преимущества данных методик следующие: простота и масштабируемость; методики позволяют провести диагностику не только мотивации, но и метакогнитивных стратегий, таких как планирование учебной деятельности, контроль ошибок, самокоррекция [41; 107]. Однако имеются и ограничения: у детей младшего школьного возраста недостаточный уровень метапознания [119; 120]. Результаты могут искажаться из-за неустойчивой самооценки, низкой осознанности и эффекта социальной желательности [106, 145; 169], ограничений во времени проведения тестирования или многократного повторения тестов, языковые способности участников; мотивация и страх перед тестированием [44; 134; 150; 194]. Особое внимание уделяется влиянию языковых способностей участников на результаты [138; 154; 155]. Сложность представляет также разработка возрастных норм для тестов [187; 191; 201; 207]. В контексте успешности в учебной и профессиональной деятельности интерес представляет

вывод о том, что коэффициент интеллекта (IQ) не может достоверно предсказывать успешность в профессиональной деятельности [212].

Согласно классической позиции Дж. Флавелла [171], развитие метакогнитивных навыков у детей происходит с возрастом и связано с ростом исполнительных функций. На ранних этапах обучения ребенок зачастую не способен адекватно оценить собственную познавательную активность, что ограничивает применение опросников в прогностических целях [171]. Проективные тесты также имеют ограниченный потенциал из-за возможной субъективности в интерпретации результатов [239].

Таким образом, результаты подобных методик обладают слабой прогностической силой без дополнения объективными методиками исследования [211].

Инструментальные поведенческие методы предполагают выполнение заданий, которые предъявляют определенные требования к исполнительной системе. Они подразделяются на:

- нейropsychологические методики [12; 74; 118] – используются в клинической практике и включают задания на серийные движения, переключение программ, словесную регуляцию, запрет действий;
- когнитивные компьютерные задачи, разработанные в лабораторных условиях (Stroop Test, Flanker Task, Go/No-Go, Stop Signal Task, Dimensional Change Card Sort, N-back и др.);
- психофизиологические тесты, измеряющие поведенческие и временные параметры реакции (время отклика, число ошибок, вариабельность и устойчивость реакции), в том числе с помощью специализированного оборудования (например, комплексы типа ТАР, Vienna Test System, САНТАВ, УПФТ 1/30 «Психофизиолог», «Психомат» и др.).

Преимуществом поведенческих тестов является их объективность, устойчивость к социальным искажениям, возможность стандартизации и повторной оценки. Однако они требуют контроля условий проведения, инструкции, а иногда – сложного оборудования.

В зарубежной литературе показатели сенсомоторных тестов используются для операционализации исполнительных функций. Исследования А. Diamond [163], Р. Zelazo и соавт. [243], а также L. Verberg и соавт. [233] показали, что скорость реакции, точность движений и координация тесно связаны с развитием тормозного контроля, рабочей памяти и когнитивной гибкости. Эти данные подтверждают возможность интерпретации сенсомоторных тестов как поведенческих индикаторов исполнительных функций, особенно в детстве, спорте и профессиональной деятельности.

В отечественной традиции возможности сенсомоторных тестов были изучены в работах Е. П. Ильина [66; 67].

Сенсомоторную основу исполнительных функций мы связываем с понятием психофизиологического ресурса, который в свою очередь определяется качеством сенсомоторной интеграции, это соответствует данным других исследователей [228; 70; 75; 89].

Параметры исполнительных функций могут анализироваться с точки зрения оценки особенностей сенсомоторной интеграции [75; 82; 86].

В литературе при оценке сенсомоторной интеграции уделяется особое внимание показателю «время реакции» в сенсомоторных тестах [57; 62]. Время реакции рассматривается как показатель способностей и дискриминативных возможностей мозга [28; 99; 100]. Этот показатель отражает состояние интеллекта [37; 121], показана возрастная динамика этого показателя в отдельных тестах на ограниченных возрастных группах [63], особенности времени реакции у детей с тревожностью [88], как показатель успешности в обучении школьников [112]. Также показана связь показателей времени реакции со способностью к вероятностному прогнозированию [116]. Интерес представляет и изменение показателей времени реакции с возрастом [140; 160; 167], а также возрастная вариабельность [166; 168]. На некоторых возрастных группах показано, что улучшение показателей времени реакции связано с улучшением показателей исполнительных функций [146].

Кроме того, было показано, что скорость сенсомоторной реакции коррелирует с психофизиологическими характеристиками, такими как микроструктура белого вещества, что делает возможным нейробиологическое объяснение индивидуальных различий в когнитивной регуляции [236].

Также обсуждаются преимущества и недостатки различных инструментальных способов оценки сенсомоторных показателей [215; 176]. Дискуссия ведется как относительно выбора тестов, так и выбора оборудования: компьютерные программы или отдельные аппаратно-программные комплексы [1; 126; 156; 161].

В отечественной практике применяются как классические методики (проба на динамический праксис, методики оценки регуляции и планирования), так и современные адаптации западных тестов (например, модифицированный DCCS, теппинг-проба, задание на подавление по типу Go/No-Go).

Особое место занимают аппаратно-программные комплексы, позволяющие оценивать временные параметры реакции, точность и устойчивость выполнения заданий. Примеры таких систем:

- ПФТ 1/30 «Психофизиолог» (Россия);
- «Психомат», (Россия);
- VTS (Schuhfried, Австрия);
- TAP (Germany);
- CANTAB (Cambridge Cognition, Великобритания).

Среди наиболее распространенных показателей, которые оцениваются при проведении тестирования на программно-аппаратных комплексах, – следующие показатели:

- среднее и минимальное время реакции,
- коэффициент вариации,
- количество правильных и ошибочных реакций,
- показатели опережения и запаздывания,
- ритмичность и устойчивость серии.

Исследования демонстрируют, что такие показатели хорошо коррелируют с данными по успеваемости, профессиональной продуктивности и спортивной результативности [30; 39; 60].

Таким образом, диагностика исполнительных функций опирается на широкий спектр методик, от простых поведенческих заданий до комплексных компьютеризированных тестов. Выбор методики зависит от целей исследования, возраста, условий проведения и необходимости количественного анализа. Оптимальным считается комплексный подход, сочетающий оценку различных компонентов исполнительных функций с использованием объективных инструментов.

Исследования сенсомоторных особенностей спортсменов представлены достаточно широко, однако работы, в которых показатели сенсомоторных тестов связываются с исполнительными функциями атлетов встречаются не часто [175; 209; 173]. Показано, что выбор тестов должен отражать специфику вида спорта, но данные фрагментарны [186; 234; 202].

В исследовании психофизиологических качеств спортсменов в связи с успешностью представляется целесообразным помимо оценки исполнительных функций дополнительно проводить инструментальную оценку психофизиологических показателей, непосредственно связанных со спецификой определенного вида спорта. В литературе есть примеры использования анализа видеозаписей для оценки психофизиологических качеств спортсменов [93; 144; 153]. Однако использование для этих целей высокоскоростных видеокамер, которые способны зафиксировать все нюансы и микродинамику движения, является редкостью.

Цифровой анализ с использованием высокоскоростного видеозахвата в настоящее время широко применяется преимущественно в технических и коммерческих областях – промышленной дефектоскопии, робототехнике, автомобильных краш-тестах, а также в рекламе и кинопроизводстве. Применение высокоскоростной съемки позволяет с высокой точностью выявлять индивидуальные особенности двигательных паттернов, латентные периоды и

микрокоррекции, незаметные при обычном наблюдении. Это особенно перспективно в контексте оценки эффективности сенсомоторных реакций, психомоторного контроля и исполнительных функций в реальных, динамически изменяющихся условиях спортивной и профессиональной деятельности. Таким образом, перенос высокоскоростного видеонаблюдения в область анализа человеческой функциональности открывает новые возможности для тонкой дифференциации индивидуальных особенностей и построения персонализированных программ развития и коррекции [223, 231].

Результаты опубликованных исследований демонстрируют существенную вариативность и неоднозначность выводов. Небольшие размеры выборок и их неоднородность ограничивают статистическую мощность ранее проведенных исследований. А различия в применяемых методах и инструментах оценки затрудняют сопоставление результатов между исследованиями

Выводы по главе 1

Теоретический анализ показал, что успешность может рассматриваться как операционализируемая категория, основанная на объективных и воспроизводимых критериях и понимаемая как социально значимый результат, превышающий средний уровень. Это позволяет рассматривать ее не только как показатель достигнутых результатов, но и как прогностически значимую характеристику.

Исполнительные функции (тормозный контроль, рабочая память, когнитивная гибкость) и параметры психофизиологического ресурса выступают важнейшими когнитивными основаниями успешности, обеспечивающими регуляцию поведения, адаптацию к изменяющимся условиям и устойчивость к помехам в учебной, профессиональной и спортивной деятельности.

Анализ исследований возрастных и половых особенностей исполнительных функций выявил противоречивость и методическую неоднородность полученных данных. Различия выборок и диагностических инструментов затрудняют определение нормативных возрастных показателей и динамики их изменений на разных этапах онтогенеза. Это подтверждает необходимость системного изучения возрастных параметров исполнительных функций и их связи с показателями успешности.

Таким образом, недостаточная разработанность возрастного аспекта проблемы, разнородность эмпирических данных и ограниченность выборок обуславливают актуальность и необходимость настоящего исследования.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, СПОРТИВНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Этапы исследования

Экспериментальное исследование возрастных особенностей исполнительных функций как фактора успешности в учебной, спортивной и профессиональной деятельности проводилось в период с 2021 по 2025 г и состояло из трех этапов.

На первом этапе (2021–2023) было проведено инструментальное исследование исполнительных функций и психофизиологического ресурса у школьников, опросы педагогов и родителей, изучение успеваемости учащихся. Перед началом исследования были проведены выступления на родительских собраниях в школах с разъяснением целей, задач и процедуры исследования, собраны информированные согласия на участие детей в исследовании.

Оценка успешности школьников в учебной деятельности проводилась по документам, фиксирующим академическую успеваемость – табелям. 80% всех требуемых для анализа оценок содержались в бумажных табелях, которые были нами оцифрованы в процессе проведения исследования. Анализировались данные за весь период обучения по всем предметам, а также средний балл за все время обучения и за последний полный учебный год. Были проведены беседы с

классными руководителями об особенностях учебной деятельности детей, которые участвовали в исследовании.

На втором этапе (2023–2024) была проведена оценка исполнительных функций молодых взрослых: представителей различных профессий и боксеров.

Успешность профессионалов оценивалась экспертным советом организации, куда вошли руководство компании, собственники и отдел кадров. Оценка проводилась как групповая – две группы разного уровня успешности, так и индивидуальная – рейтинг сотрудников по эффективности. Все сравнения и оценки проводились экспертами самостоятельно, затем консолидировались и усреднялись. Участники исследования работали в компании не менее 3 лет и были хорошо знакомы всем экспертам по совместной долговременной работе.

Успешность боксеров оценивалась тренерами сборной команды. Так как тестирование проходило непосредственно перед олимпиадой в период получения лицензий на участие в олимпийских играх, экспертный состав тренеров проделал масштабную работу по оценке боксеров. Применялись качественные и количественные показатели успешности, где использовалась оценка нападающих, защитных качеств, физической подготовки и результатов многочисленных соревнований и всего спортивного прошлого боксера. Итогом стало формирование основного и резервного состава национальной сборной Республики Узбекистан. Отнесение спортсмена к основному составу мы определили как более успешного боксера, по сравнению с резервным составом. Оба состава вошли в выборку исследования. В выборку также вошли спортсмены юношеской сборной.

Все исследования проводились в условиях привычных для участников: школа, рабочее место профессионала (офис), тренировочная база спортсменов. Исследование проводилось в первой половине дня, в тихом помещении, с комфортной температурой воздуха. Непосредственно перед исследованием у участников была исключена физическая и умственная нагрузка. Лица, имеющие признаки заболевания или переутомления к тестированию не допускались.

Третий этап (2024–2025) был посвящен анализу и интерпретации полученных данных, он состоял из четырех уровней анализа:

1. Анализ половых и возрастных различий в развитии исполнительных функций по всей выборке (возраст 7–40 лет);

2. Анализ связи показателей исполнительных функций с успешностью в учебной деятельности (возраст 7–17 лет);

3. Анализ связи показателей исполнительных функций с успешностью в профессиональной деятельности (возраст 20–40 лет).

4. Анализ связи показателей исполнительных функций с успешностью в боксе (возраст 15–25 лет).

2.2. Общая характеристика выборки

Всего в исследовании принял участие 1181 человек (возраст от 7 до 40 лет).

Исследование было проведено на базе ГБОУ СОШ № 225 Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, ГБОУ СОШ № 235 Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, ГБОУ «Школа № 1522 имени В. И. Чуркина» (Москва), школа «Вундеркинд» (Ташкент, Республика Узбекистан), Федерации бокса Республики Узбекистан, ООО «Прогноз», ООО «Логопрогноз», а также в ряде высших учебных заведений и частных компаний России.

Для оценки возрастных и половых различий групп в возрасте от 7 до 40 были использованы данные всех участников исследования – 1181 человека. Из них дети и подростки с 7 до 17 лет – 701 человек, взрослые – 480 человека. Участники женского пола – 500 человек, участники мужского пола – 681 человек. Описание выборки для первого уровня анализа данных исследования представлено в таблице 1 (использована возрастная периодизация Л. С. Выготского).

Таблица 1 – Описание выборки для оценки возрастных и половых различий исполнительных функций в возрасте от 7 до 40 лет

Возрастная периодизация	Возраст/возрастной диапазон, лет	Пол	
		жен.	муж.
Младший школьный возраст	7	27	19
	8	40	38
	9	42	37
	10	20	33
Подростковый возраст	11	29	29
	12	28	42
	13	29	28
	14	35	40
	15	33	41
Юношеский возраст	16	19	47
	17	27	18
Взрослые	18–30	129	270
	31–40	42	39
	Итого	500	681

Примечание: всего 1181 человек.

Во второй уровень анализа данных исследования, который был связан с оценкой успешности в учебной деятельности, вошли данные участников от 7 до 17 лет. Эта группа состояла из школьников общеобразовательных школ Санкт-Петербурга и Москвы – 610 человека, а также Ташкента – 92 человека. Академическая успеваемость была собрана и проанализирована с 3 по 11 класс (годовые отметки за предыдущий к моменту тестирования год, то есть за 2–10 класс).

Третий уровень анализа данных был связан с оценкой успешности в профессиональной деятельности молодых взрослых. Анализировались показатели 191 представителя различных профессий (возраст 20–40 лет, средний возраст 32 года). В зависимости от уровня полученного образования взрослые участники были разделены на две подгруппы: подгруппа 1 (высшее образование) – 69 человек (57,9%); подгруппа 2 (среднее образование) – 50 человек (42,1%), включая среднее общее и среднее специальное.

Профессиональная структура группы с высшим образованием отличалась значительным преобладанием представителей педагогической сферы. В частности: педагоги – 40 человек (50.7% от группы); врачи-неврологи – 9; психологи – 6; ученые – 5; инженеры – 4. Также были представлены единичные случаи профессий: журналист, экономист, филолог и др. Таким образом, группа с высшим образованием характеризуется высокой долей представителей интеллектуально-напряженных профессий, связанных с педагогикой, медициной и научной деятельностью. В группе со средним образованием основными профессиональными категориями были: администраторы медицинского центра – 29 человек (58%); медицинские сестры – 12 человек (42%); прочие профессии: механики, техники, тренеры, продавцы, фотографы – были представлены единичными случаями.

Четвертый уровень анализа данных – оценка связи исполнительных функций с профессиональной успешностью боксеров. Анализировали показатели, как взрослых боксеров основного и резервного составов национальной сборной (мужского и женского пола), так и боксеров-юношей (мужского и женского пола): 78 спортсменов, распределенных по двум возрастным категориям: 43 взрослых спортсмена – члены основного и резервного состава национальной сборной, средний возраст 22 года, 35 боксеров юношеского возраста, члены основного и резервного состава юношеской сборной, средний возраст 15 лет.

Сборная Республики Узбекистан по боксу была выбрана для исследования, так как успешность спортсменов не вызывает сомнений. Сборная по праву считается сильнейшей командой мира в любительском боксе – на Олимпийских играх 2024 года они завоевали 5 золотых медалей из 7 возможных, что свидетельствует не только о технической, но и психофизиологической исключительности этих спортсменов. Исследование завершилось за несколько месяцев до Олимпиады-2024. В выборку вошли 4 члена основного состава сборной, которые в дальнейшем стали олимпийскими чемпионами.

2.3. Методики исследования

Психофизиологические методики

Оценка качества исполнительных функций проводилась с помощью комплекса сенсомоторных тестов на программно-аппаратном комплексе УПФТ 1/30 «Психофизиолог» (НПКФ Медиком, Россия) [29, 30, 124].

Каждый участник проходил семь тестов:

- простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР);
- простая слухомоторная реакция (ПСМР);
- сложная зрительно-моторная реакция (СЗМР);
- сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (СЗМР-СК);
- динамический сенсомоторный тест (ДСТ);
- теппинг-тест;
- реакция на движущийся объект (РДО).

Ниже приведены краткие описания каждого теста.

Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР). В качестве стимула используется светодиод зеленого цвета. Простая слухомоторная реакция (ПСМР). В качестве стимула используется звуковой сигнал с частотой 1000 Гц, длительностью 100 мс и мощностью 70 дБ. Источник – встроенный динамик прибора. Сложная зрительно-моторная реакция (СЗМР). В качестве стимулов используется светодиод зеленого или красного цвета.

В трех тестах, описанных выше, временные интервалы лежат в диапазоне от 1,5 до 2,5 секунды, автоматически формируются случайным образом, чтобы

избежать формирования рефлекса на время. В ответ на стимул испытуемому нужно как можно быстрее нажать на клавишу прибора. Первые 5 попыток из 35 впоследствии программно исключаются из анализа и в интерпретацию результатов не входят.

Сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (СЗМР-СК). В качестве стимулов используется комбинация из светодиодов зеленого, красного и желтого цвета, расположенных на одной линии. Целевой комбинацией считается комбинация, в которой левый светодиод красный, а правый – зеленый, центральный светодиод может быть любого цвета. В случае целевой комбинации испытуемый должен как можно быстрее нажать клавишу прибора, все иные сочетания игнорировать. Всего предъявляется 30 стимулов. Целевое и нецелевое сочетание световых комбинаций предъявляется в случайном порядке; их количественное соотношение равно 50 – 50%.

Тест состоит из двух серий: тренировочной и зачетной. В тренировочную серию входят первые 10 (5 целевых и 5 нецелевых) стимулов, которые предъявляются в случайном порядке и в расчете не учитываются. После тренировки, без паузы, сразу проводится зачетная серия, в которой предъявляется 20 стимулов (10 целевых и 10 нецелевых). Для испытуемого процесс этого и других применяемых в работе тестов выглядит однородно. Временные интервалы и чередование цветов лежат в диапазоне от 2 до 5 секунд, автоматически формируются по случайному закону.

Динамический сенсомоторный тест (ДСТ). Существует несколько современных вариантов названия данного теста – «когнитивная гибкость», «переключение внимания», «тест на динамическую регуляцию», «тест на адаптивность к изменяющимся условиям» и т. п. ФПНП (функциональная подвижность нервных процессов) – изначально применяемое название, введенное А. Е. Хильченко (1958), тест был модернизирован В. Г. Черепановым и К. В. Сугоняевым [117].

Стимулы предъявляются последовательно светодиодом, имеющим три цвета: красный, зеленый, желтый. Испытуемому необходимо выполнять моторный

отклик в зависимости от цвета стимула: при красном сигнале – нажимать правую клавишу прибора правой рукой, при зеленом – нажимать левую клавишу прибора левой рукой, при желтом сигнале – воздерживаться от реакции. Тест имеет адаптивную структуру: темп предъявления сигналов автоматически изменяется в зависимости от правильности и скорости ответов.

Критерии корректности реакции: верное соответствие между цветом стимула и реакцией; отсутствие ответа на желтый стимул; выполнение ответа в пределах интервала экспозиции (например, при 880 мс – нажатие должно произойти в пределах 0–880 мс). Адаптация темпа происходит по следующему алгоритму: при каждом корректном ответе длительность экспозиции сокращается на 20 мс; при ошибке – увеличивается на 20 мс; ускорение продолжается до тех пор, пока доля ошибок не превысит 50%, после чего стимуляция стабилизируется. Первоначальный межстимульный интервал составляет 900 мс. Общее время теста – 120 секунд. Светодиод гаснет при нажатии кнопки или по окончании межстимульного интервала, если реакции не последовало. Продолжительность последующих интервалов адаптируется с учетом предыдущей реакции испытуемого.

Теппинг-тест. Испытуемый щупом стучит по металлической пластине (теппинг-площадке) в течение 30 секунд. Сначала правой, затем после небольшого перерыва – левой рукой. Задача – стучать как можно чаще, на пределе возможностей. Для повышения мотивации используются поощрительные комментарии инструктора. Во время тестирования на экране прибора выводятся сообщения, отражающие оставшиеся до конца исследования время и количество ударов. Поза испытуемого: сидя без опоры, с прямой спиной. Стопы располагаются ровно на полу, ноги не скрещены и не вытянуты. Неактивная во время выполнения рука свободно размещена на бедре. Рабочая рука удерживается в согнутом положении, без опоры на стол, локоть при этом остается на весу. Движения щупом выполняются исключительно кистью.

Реакция на движущийся объект (РДО). В качестве движущегося объекта используется физическая вращающаяся стрелка прибора, совершающая круговое

движение внутри окружности, по периметру которой равномерно размещены 12 светодиодов с угловым интервалом 30° . Целевое положение для остановки определяется случайным включением одного из светодиодов. Задача испытуемого – по команде нажатием кнопки «ДА» остановить стрелку как можно ближе к зажженному (целевому) светодиоду.

Идеальной реакцией считается такая, при которой стрелка фиксируется точно напротив активного светодиода. Тест состоит из 35 попыток, из которых первые 5 являются тренировочными и не включаются в анализ. Оставшиеся 30 проб считаются зачетными. Скорость вращения стрелки постоянна и составляет один полный оборот в секунду ($360^\circ/\text{с}$). Минимальный угол между стартовым и целевым положением стрелки составляет 90° , что соответствует минимальному времени реакции 250 мс при заданной скорости. Начальное положение стрелки в каждом цикле варьируется и определяется точкой ее предыдущей остановки. Целевые положения всегда кратны 30° , в соответствии с расположением светодиодов. Угол вращения от исходной до целевой позиции варьируется случайным образом в пределах от 90° до 270° . Очередность смены направления вращения стрелки также выбирается по случайному закону.

Показатели описанных выше тестов интерпретировались с точки зрения сформированности исполнительных функций. Соответствие представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Соответствие компонентов исполнительных функций показателям сенсомоторных тестов

Компонент исполнительных функций	Преимущественно реализуется в тестах	Основной проявляемый аспект
Тормозный контроль	Сложная зрительно-моторная реакция, сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию, реакция на движущийся объект	Подавление импульсивных реакций и временная точность отклика

Компонент исполнительных функций	Преимущественно реализуется в тестах	Основной проявляемый аспект
Рабочая память	Сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию	Удержание и обновление условий реагирования
Компонент исполнительных функций	Преимущественно реализуется в тестах	Основной проявляемый аспект
Когнитивная гибкость	Динамический сенсомоторный тест	Переключение правил в изменяющихся условиях стимуляции
Психофизиологический ресурс	Простая слухо- и зрительно-моторная реакции, теппинг-тест	Сенсомоторная интеграция и способность к произвольной регуляции темпа деятельности

Таким образом, сенсомоторные тесты отражают не только отдельные компоненты исполнительных функций, но их поведенческую реализацию в условиях регламентированной задачи, что позволяет оценивать динамику саморегуляции в возрастном и профессиональном аспекте.

Для анализа профессиональной успешности боксеров помимо оценки исполнительных функций, проведен анализ психофизиологических особенностей движений, отражающих сенсомоторную интеграцию, на основе видео движений руки боксеров (удар по боксерской груше), полученного с помощью высокоскоростной камеры (1000 кадров/с, камера CHRONOS 1.4 HIGH-SPEED CAMERA (скорость 1,4 Гпикс/с, электронный глобальный затвор до 1 микросекунды). Съемка процесса удара боксеров велась с расстояния 10 метров. Использовались боксерские перчатки одного веса и размера, чтобы исключить влияние этих параметров.

Удары наносились рукой в боксерской перчатке по боксерскому мешку из неподвижной основной стойки, сначала ближней рукой, затем дальней рукой с перерывом 1 минута. Удар прямой. Характер стойки зависел от предпочтений

спортсмена – обычно у левши правосторонняя стойка (левая нога сзади, правая – спереди), правши – левосторонняя (правая нога сзади, левая – спереди). Задача перед спортсменами стояла – как можно быстрее, резче ударить по мешку.

Измерялась скорость на последнем отрезке (траектории движения руки) 0,3 метра до касания перчаткой мешка, что обеспечивало равные условия измерений для всех спортсменов и групп. Оцифровка видео производилась с помощью разработанного программного обеспечения и дублировалась визуально по мерной линейке в кадре.

Опросные методики и анализ успешности. Были использованы также методики, направленные на получение информации об эффективности и особенностях учебной и профессиональной деятельности испытуемых:

а) метод полуструктурированного интервью:

– с преподавателями и классными руководителями (для оценки школьной успешности и поведения учащихся);

– с работодателями и коллегами (для характеристики профессиональных успехов взрослых);

– с тренерами, спортивными психологами и медицинскими специалистами (для характеристики боксеров).

б) анализ документов:

– успеваемость школьников (данные по среднему баллу за учебный год);

– трудовые характеристики взрослых (занимаемая должность, длительность работы, соответствие профилю образования);

– спортивная биография участников – участие в сборах, соревнованиях, олимпийских играх, вхождение в основной или резервный состав национальных команд.

Средний балл академической успеваемости школьников рассчитывался по годовым оценкам за предыдущий полный год обучения ученика (таблица 3).

Таблица 3 – Перечень учебных предметов, вошедших в показатель «средний балл»

Предмет	Класс									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
русский язык	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
литература	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
математика	*	*	*	*	*			*	*	
иностраннный язык	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
окружающий мир	*	*	*							
география				*	*	*	*	*	*	*
история				*	*	*	*	*	*	*
биология				*	*	*	*	*	*	*
обществознание				*	*	*	*	*	*	*
история Санкт-Петербурга				*	*	*	*	*	*	
второй иностранный язык				*	*	*	*	*	*	*
алгебра						*	*	*		
геометрия						*	*	*		
физика						*	*	*	*	
химия						*	*	*	*	
экономика										*
право										*

* Предмет входит в средний балл класса, указанного в заголовке столбца.

Эти данные использовались для классификации уровня успешности, а также в качестве независимых переменных при построении прогностических моделей.

Вся диагностика проводилась в условиях, приближенных к естественным – в школах, учебных центрах, тренировочных базах, что обеспечивало экологическую валидность получаемых данных.

2.4. Процедура проведения психофизиологического тестирования

Тестирование на программно-аппаратном комплексе УПФТ 1/30 «Психофизиолог» проходило по следующему сценарию:

- общий инструктаж перед тестированием, адаптированный к возрасту участника (для младших школьников в полуигровом формате);
- знакомство с органами управления прибора, необходимыми для тестирования;
- запись уникального номера батареи тестов в журнал;
- проведение тестирования.

Перед каждым из 7 тестов исследователь устно рассказывал суть теста, демонстрируя требуемые для реагирования клавиши и периферию, а также места, форму и очередность проявления ожидаемых стимулов.

Убедившись, что участник понял суть теста, исследователь запускал тест. В начале прохождения теста исследователь убеждался в правильной реализации инструкции, давая, при необходимости, обратную связь голосом и указкой. Обратная связь краткосрочная, не более 3–5 секунд, в дальнейшем участник проходил тестирование самостоятельно.

Для получения навыка тестирования в структуре теста предусмотрены первые 5–10 тренировочных стимулов, которые служат для привыкания и получения нужного навыка. После них, как правило, участник сразу выходит на максимальную ему доступную производительность. Исключение – теппинг-тест и динамический сенсомоторный тест. В них нет тренировочных стимулов ввиду их специфики.

Перезапуск теста не допускался, чтобы гарантированно избежать даже минимальных рисков перетренированности и усталости участника. Непонимание и невыполнение теста являлись крайне редким случаем (менее 0,01%), даже у детей 7–8 лет, ввиду простоты инструкции, интуитивно понятного элементарного действия и получению требуемого устойчивого навыка с первых нажатий клавиш.

Вся батарея из 7 различных тестов полностью сопровождалась данным сценарием, без исключения, во всех возрастах.

Трудоемкость проведения процедуры тестирования исследователем составила около 415 часов на 8708 тестов.

2.5. Методы математического анализа

Для каждого теста каждого испытуемого вычислялись индивидуальные основные статистические итоги исследования и фиксировались необходимые количественные характеристики. Полученные данные по всем тестам всех испытуемым консолидировались и становились далее частью группового анализа. Показатели исполнительных функций, вошедшие в математический анализ данных, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели исполнительных функций, вошедшие в математический анализ данных

Название тестов	Показатели
Простая зрительно-моторная реакция	Среднее время реакции, медианное время реакции, среднеквадратичное отклонение времени реакции, количество ошибок, количество правильных реакций, максимальное и минимальное время реакции, сумма времен реакций
Простая слухомоторная реакция	
Сложная зрительно-моторная реакция	
Сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию	

Название тестов	Показатели
Динамический сенсомоторный тест	Общее количество стимулов, количество правильных и ошибочных реакций
Теппинг-тест	Количество ударов по каждой руке, коэффициент асимметрии суммы ударов, динамика частоты ударов
Реакция на движущийся объект	Количество упреждающих реакций, количество реакций с опережением, количество реакций с запаздыванием, количество точных реакций, количество пропущенных реакций, количество нормальных реакций, процент каждого типа реакции, среднее время опережений и запаздываний, среднее отклонение от идеальной реакции, сумма времен опережений и запаздываний, коэффициент баланса опаздывающих и опережающих реакций

Точность и мера измерений времени реакции – 1 миллисекунда. Интегральные показатели изготовителя прибора УПФТ 1/30 «Психофизиолог» сравнивались в промежуточных расчетах для уточнения поиска значимостей, но в анализ не вошли.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием среды Python (пакеты pandas, scipy.stats, numpy, sklearn), а также пакетов Microsoft Excel. Все этапы анализа выполнялись в рамках данной работы, включая подготовку данных, визуализацию и интерпретацию результатов.

На этапе предварительной обработки рассчитывались показатели описательной статистики: среднее значение, медиана, мода, стандартное отклонение, диапазон, частотные характеристики (в том числе количество и типы ошибок).

Для проверки предпосылок к параметрическому анализу использовался критерий Шапиро – Уилка (для оценки нормальности распределений), а также критерий Левена (для проверки гомогенности дисперсий). Кроме того, применялась визуальная проверка на симметрию и выбросы.

Для анализа различий между двумя независимыми группами применялись:

- t-критерий Стьюдента – при соблюдении условий нормальности и однородности дисперсий;
- непараметрический критерий Манна–Уитни (U) – при нарушении этих условий.

Для оценки взаимосвязи между психофизиологическими метриками и внешними показателями успешности (включая средний балл) использовался множественный линейный регрессионный анализ. Оценивалась значимость отдельных предикторов, величины коэффициентов, вклад в дисперсию (R^2) и наличие мультиколлинеарности.

Все результаты считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$. Значения p в интервале от 0,05 до 0,1 интерпретировались как тенденции.

На этапе анализа предикторов успешности обучения в школе создавалась итоговая регрессионная модель, объясняющая связь успешности в обучении на разных возрастных этапа с показателями сенсомоторных тестов, отражающих степень сформированности исполнительных функций.

Первоначальный массив данных включал 161 психофизиологический показатель. Показатели охватывали различные характеристики зрительно-моторных реакций, темповых характеристик, ошибок, латентностей, интегральных индексов, а также вариативностных параметров (среднеквадратичное отклонение, минимумы, максимумы, коэффициенты вариации и т. д.). Задачей этапа отбора было сведение многомерного пространства признаков к устойчивому набору информативных переменных, обладающих высокой прогностической значимостью в отношении академической успешности.

Процедура отбора включала несколько этапов:

1. Корреляционный анализ: для каждого признака вычислялся коэффициент корреляции Пирсона с целевой переменной (средним баллом). Показатели с $|r| < 0,1$ и $p > 0,2$ исключались из дальнейшего анализа как обладающие низкой степенью линейной связи с исходом.

2. Оценка мультиколлинеарности: среди взаимозависимых признаков ($|r| > 0,7$ между показателями) отбирались показатели наиболее интерпретируемые или наиболее коррелирующие с целевой переменной. Дополнительно рассчитывался VIF (Variance Inflation Factor) на финальных этапах.

3. Множественная линейная регрессия с пошаговым исключением: для оставшегося набора показателей применялась процедура пошагового исключения (stepwise backward elimination), основанная на уровне значимости предикторов ($p\text{-value} > 0.1$) при сохранении устойчивости коэффициентов и модели в целом (R^2 , AIC).

Устойчивость модели при контроле по полу и возрасту: отобранные показатели тестировались в расширенной модели, включающей контрольные переменные «возраст» и «пол» (бинарная кодировка). Оценивалась стабильность коэффициентов и сохраняющаяся статистическая значимость показателей.

Интерпретируемость и отсутствие редукции концептуального разнообразия: финальный набор предикторов формировался так, чтобы сохранялось представительство разных типов процессов – латентности, ошибок, скорости, точности и интегральных оценок.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ФАКТОРА УСПЕШНОСТИ В УЧЕБНОЙ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Анализ возрастных и половых различий в развитии исполнительных функций (возраст 7–40 лет)

В параграфе 3.1 представлены результаты исследования всей выборки. Представление полученных данных целесообразно начать с оценки возрастных изменений параметров психофизиологического ресурса, которые оценивались с помощью простых сенсомоторных тестов и теппинг-теста. Эти тесты позволят оценить скоростные характеристики процессов сенсомоторной интеграции, а также устойчивость к нагрузке.

В тестах простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) и простая слухомоторная реакция (ПСМР) условия просты и однозначны. Необходимо поддержание готовности и точности, подавление импульсивных преждевременных реакций. Рандомизация межстимульных интервалов существенно повышает требования к тормозному контролю, делая эти тесты более чувствительными к индивидуальным различиям в исполнительных функциях. Таким образом, ПЗМР и ПСМР можно считать сенсомоторными маркерами психофизиологического ресурса, отражающими скорость и стабильность автоматической регуляции.

На рисунке 1 представлен график динамики изменения показателей психофизиологического ресурса (медианное время простой зрительно-моторной реакции) в зависимости от возраста и пола. Вертикальная ось отражает медианное время реакции в миллисекундах, горизонтальная – возрастные группы от 7 до 40 лет. Синие линии соответствуют участникам мужского пола, красные – женского. Кривые аппроксимированы полиномами третьей степени, точки обозначают реальные медианные значения в группах.

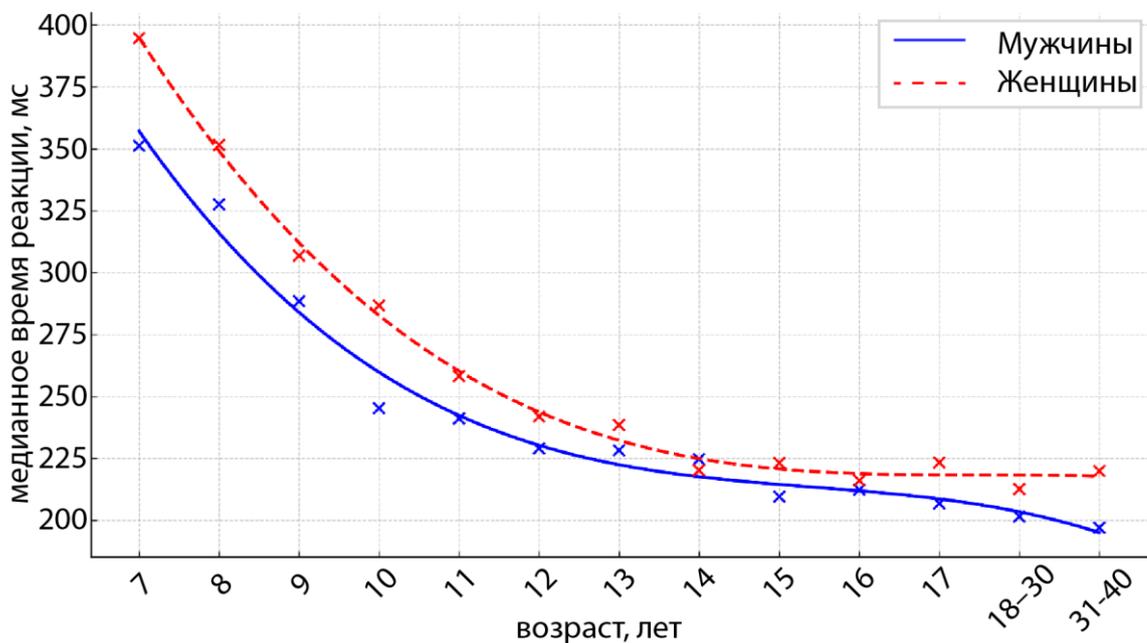


Рисунок 1 – Изменение показателей психофизиологического ресурса «медианное время простой зрительно-моторной реакции» в зависимости от возраста и пола

Согласно полученным результатам, участницы демонстрируют значительно большее время реакции по сравнению с участниками на всем возрастном диапазоне. Время реакции у всех участников (мужского и женского пола) сокращается с возрастом, при этом время реакций мужчин, в среднем, меньше, чем у женщин вплоть до 40 лет (изученный диапазон в данном исследовании). Период минимальных различий между участниками мужского и женского пола по скорости реакции возраст с 14 до 16 лет. Различия между группами оказались

статистически значимы: – $p = 0,00002$ по критерию Манна – Уитни. Значимость сохраняется во всех возрастных группах.

На рисунке 2 представлен график изменений показателей психофизиологического ресурса (медианное время простой слухомоторной реакции) у мужчин и женщин в зависимости от возраста. Ось ординат отражает время реакции в миллисекундах, ось абсцисс – возрастные группы от 7 до 40 лет. Красной пунктирной линией показаны значения для женщин, синей сплошной – для мужчин. Точки на графике обозначают медианные значения по каждой возрастной группе. Аппроксимация выполнена полиномами третьей степени.

Женщины демонстрируют более продолжительное время слуховой реакции по сравнению с мужчинами, разница особенно заметна в подростковом и молодом взрослом возрасте. Различия статистически достоверны $p = 0,00117$, значимость сохраняется во всех возрастных группах.

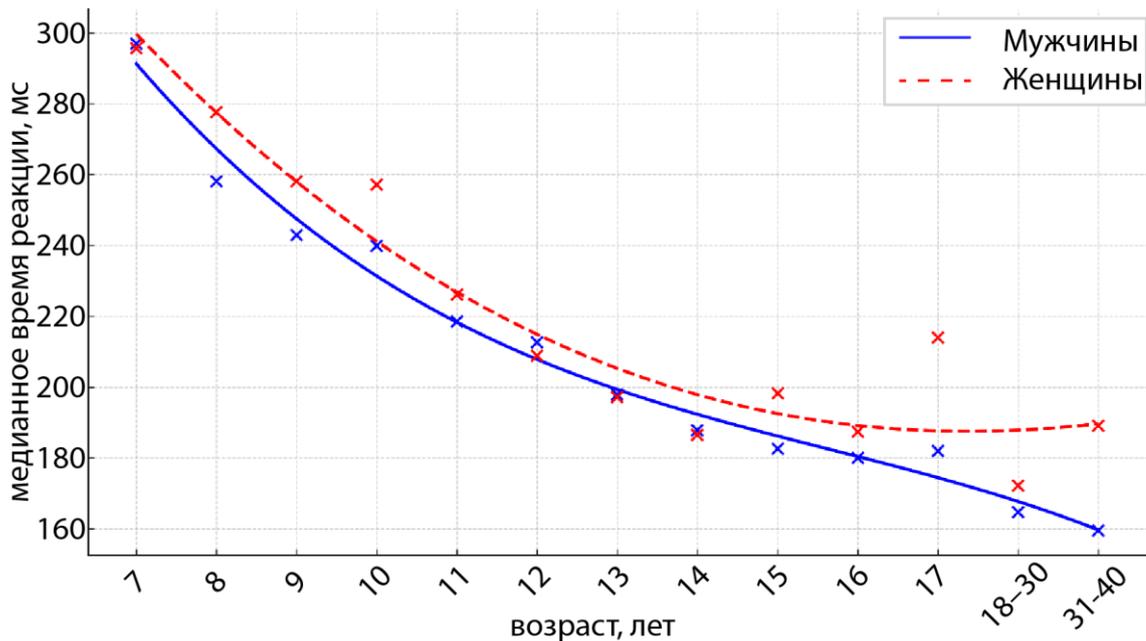


Рисунок 2 – Изменение показателей психофизиологического ресурса «медианное время простой слухомоторной реакции» в зависимости от возраста и пола

Из графиков видно, что скорость реагирования на слуховые и зрительные стимулы постепенно растет с возрастом, как у участников мужского пола, так и женского. При этом преимущество участников мужского пола в скорости

реагирования сохраняется на всем возрастном диапазоне, который мы изучали. После 12 лет показатели участников мужского пола продолжают повышаться, а у участниц выходят на плато с тенденцией к снижению.

Таким образом, можно сделать вывод, что параметры психофизиологического ресурса, связанные со скоростью реагирования, улучшаются с возрастом. При этом показатели скорости выше у представителей мужского пола во всех изучаемых нами возрастных группах.

Далее проанализируем показатели психофизиологического ресурса, связанные с устойчивостью к нагрузке. Для этого используем показатели теппинг-теста – «индекс моторной устойчивости», который представляет собой интегральный показатель психофизиологического резерва и сенсомоторной интеграции. Он рассчитывался на основе результатов теппинг-теста, отражающего динамику серийной двигательной активности в течение 30 секунд. Исходные данные включали количество касаний теппинг-площадки щупом в шести последовательных 5-секундных интервалах. Для каждой руки определялся наклон тренда изменения темпа во времени с помощью линейной аппроксимации. Далее рассчитывался «индекс моторной устойчивости» как отношение наклона линии регрессии количества движений во времени к среднему значению темпа. Показатель отражает относительное изменение моторной активности в течение теста: более отрицательные значения соответствуют большему снижению темпа, положительные – росту, значения, близкие к нулю – стабильности выполнения. Итоговый индекс представлял собой среднее значение между правой и левой рукой.

На рисунке 3 представлена возрастная динамика «индекса моторной устойчивости», рассчитанного по формуле: (наклон изменения темпа на интервалах 5–30 секунд / средний темп) × 100.

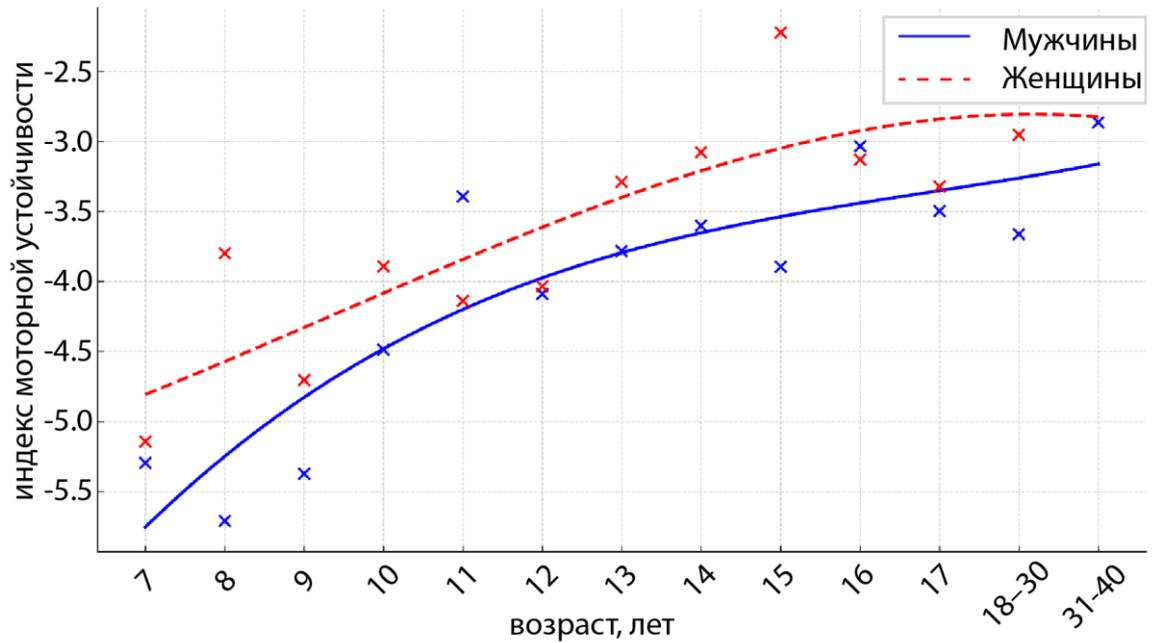


Рисунок 3 – Изменения показателей психофизиологического ресурса «индекс моторной устойчивости» теппинг-теста в зависимости от возраста и пола

Высокие значения индекса моторной устойчивости трактуются как высокие показатели психофизиологического ресурса, связанные с устойчивостью к нагрузке. Согласно полученным данным, у девочек и женщин эти параметры психофизиологического ресурса в среднем выше, особенно в возрасте 11–17 лет, что может свидетельствовать о более высоком уровне выносливости в условиях моторной нагрузки. У мальчиков параметры психофизиологического ресурса возрастают с 7 до 14–15 лет, после чего достигают относительного плато. Различия между мужчинами и женщинами статистически значимы – $p = 0,008$ (тест Манна – Уитни), значимость сохраняется во всех возрастах.

В этом тесте также оценивалось суммарное количество касаний теппинг-площадки правой и левой рукой. Этот показатель свидетельствует о способности к регуляции интенсивности нагрузки, которая также отражает особенности психофизиологического ресурса. Результаты представлены на рисунке 4. Мужчины демонстрируют статистически значимо более высокие значения, чем женщины, ($p = 0,0116$, Манн – Уитни), значимость сохраняется во всех возрастных группах.

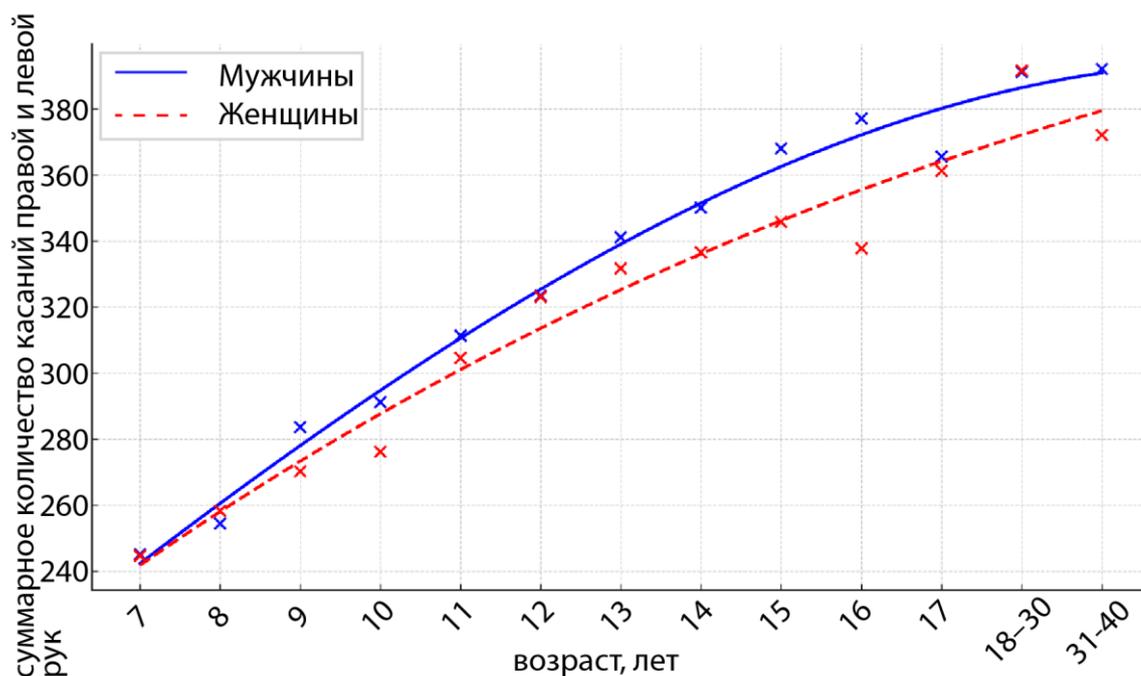


Рисунок 4 – Показатель психофизиологического ресурса «регуляция интенсивности нагрузки» в зависимости от возраста и пола

Эти результаты, полученные нами на крупной выборке, подтверждают некоторые проведенные ранее исследования: мужчины работают в теппинг-тесте в более интенсивном, максимальном темпе [21].

В психофизиологической традиции второй половины XX века половые различия нередко описывались через метафору различной организации усилия во времени: мужской профиль связывался с более выраженной физической мобилизацией и высокой пиковой активацией (спринтер), тогда как женский – с большей устойчивостью регуляции и меньшей утомляемостью при длительной нагрузке (стайер). В контексте оценки психофизиологического ресурса это проявляется в различиях между стратегиями быстрого реагирования и стратегиями длительного удержания контроля, при значительном перекрытии индивидуальных вариантов [178]. Хотя такие различия описаны в литературе, ранее они не анализировались с использованием интегральных показателей сенсомоторных тестов.

Таким образом, оценка особенностей психофизиологического ресурса в участников всех изученных в настоящей работе половозрастных групп позволяет

сделать следующие выводы. Показатели психофизиологического ресурса продолжают расти в возрасте 7–40 лет у участников мужского и женского пола. Для достижения успешности мужчины могут опираться на скорость выполнения деятельности, а женщины на выносливость.

Сравнивая интегральные показатели тестов, можно предположить, что женщины проявляют стратегию стабильности, действуя как стайер, планирующий длительную активность, а мужчины, напротив, предпочитают стратегию спринтера, выходя на максимальную скорость (темп), не рассчитывая на длительную дистанцию.

Далее перейдем к анализу показателей исполнительных функций. Для оценки особенностей тормозного контроля использовалась сложная зрительно-моторная реакция (СЗМР), которая представляет собой задание с выбором альтернативной моторной программы в зависимости от сенсорного признака: при появлении красного сигнала участник должен нажать клавишу левой рукой, при зеленом – правой. Несмотря на относительную простоту выбора (всего две альтернативы), выполнение требует точного и быстрого различения стимулов, а также устойчивого следования инструкции.

Дополнительную нагрузку на исполнительные функции создает случайная последовательность стимулов и варьирующийся межстимульный интервал, препятствующие автоматизации и провоцирующие преждевременные реакции.

Таким образом, данная модификация СЗМР преимущественно отражает качество тормозного контроля, поскольку участнику необходимо подавлять импульсивную или стереотипную реакцию в пользу осознанного выбора. Кроме того, в этом тесте задействованы элементы когнитивной гибкости (переключение между реакциями) и рабочей памяти (удержание инструкции в фокусе внимания), однако эти компоненты функционируют скорее как фоновая поддержка. СЗМР в данной конфигурации может быть рассмотрена как прокси-индикатор способности к произвольной регуляции поведения в условиях неопределенности.

На рисунке 5 представлен график возрастной динамики изменений тормозного контроля (среднее время сложной зрительно-моторной реакции)

у участников мужского и женского пола. Ось ординат отражает время в миллисекундах, ось абсцисс – возрастные группы от 7 до 40 лет. Синяя сплошная линия показывает значения для мужчин, красная пунктирная – для женщин. Аппроксимация выполнена полиномами третьей степени, точки обозначают медианные значения. И в этом тесте женщины демонстрируют большее время реакции по сравнению с мужчинами. Этот показатель отражает скорость принятия решения в ситуации двойного выбора и требует переключения моторной активности между руками. Статистическая значимость различий: $p < 0.00001$ (Манн – Уитни), значимость сохраняется во всех возрастных группах.

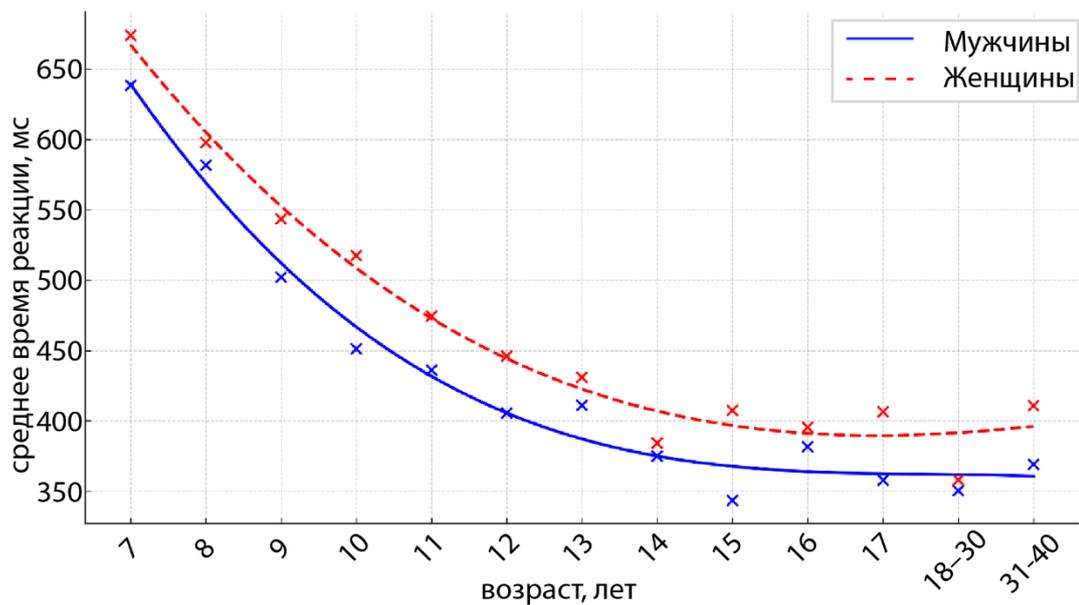


Рисунок 5 – Возрастные и половые изменения параметров тормозного контроля «среднее время сложной зрительно-моторной реакции»

Анализ количества ошибок при выполнении теста на сложную зрительно-моторную реакцию позволяет выделить отдельный аспект тормозного контроля, не связанный напрямую со скоростью выполнения. В данной задаче испытуемому предъявляется визуальный стимул (зеленый или красный сигнал), на который необходимо ответить нажатием соответствующей клавиши – левой или правой рукой. Поскольку стимулы предъявляются случайным образом, а межстимульные интервалы варьируются, от участника требуется не только запомнить правило, но

и сохранять устойчивое внимание и избегать импульсивных или преждевременных реакций.

Ошибки в этом тесте могут быть обусловлены в большей степени импульсивностью (реакция не на тот стимул), в меньшей – трудностью удержания инструкции (ошибки по правилу). Таким образом, количество ошибок в СЗМР следует отнести прежде всего к компоненту тормозного контроля, так как они отражают неспособность подавить неверный (автоматический или импульсивный) ответ в пользу правильного.

На рисунке 6 представлен график средних значений количества ошибок, допущенных при выполнении теста на сложную зрительно-моторную реакцию, отражающий изменения показателей тормозного контроля. Красной пунктирной линией обозначены данные женщин, синей сплошной – мужчин. Аппроксимация выполнена полиномом третьей степени, точки на графике соответствуют средним значениям в каждой возрастной группе. Статистический анализ показал высокосignимые различия между мужчинами и женщинами: $p < 0,00001$, значимость сохраняется во всех возрастных группах. Женщины в среднем допускали меньше ошибок, что может свидетельствовать о более стабильной работе механизмов тормозного контроля при выполнении данной задачи (рисунок 6).

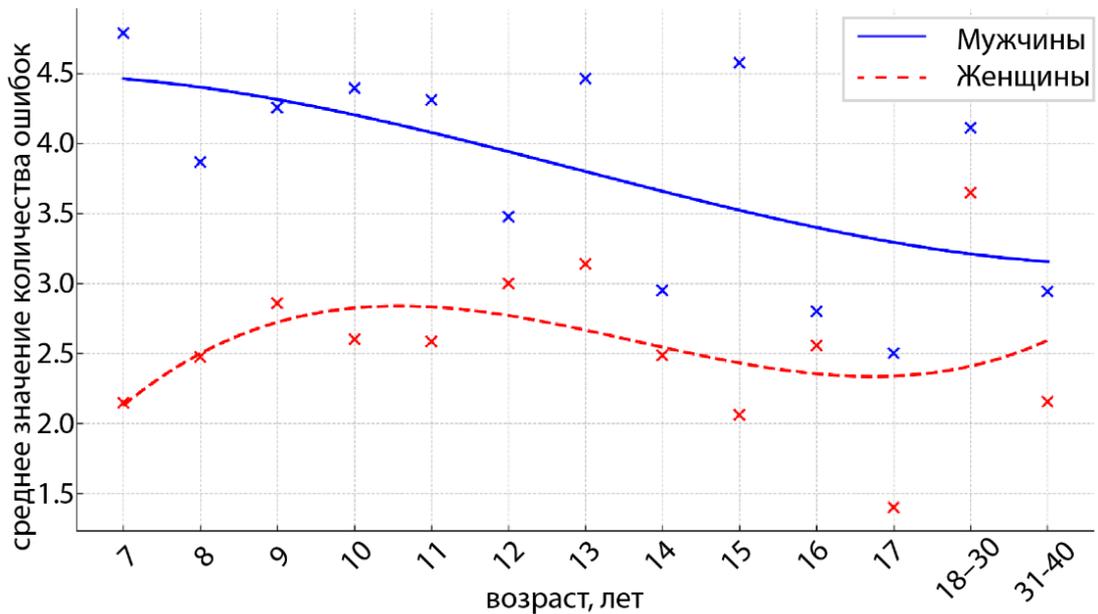


Рисунок 6 – Возрастные и половые изменения показателей тормозного контроля «среднее значение количества ошибок в сложной зрительно-моторной реакции»

Только к 30 годам количество ошибок участников мужского и женского пола приближаются друг к другу за счет того, что с возрастом мужчины допускают меньше ошибок. Это можно интерпретировать следующим образом: зрелость мозговых сетей у женщин возникает раньше, чем у мужчин, поэтому показатели тормозного контроля мужчин постепенно приближаются к таковым у женщин.

С целью более детального изучения особенностей тормозного контроля перейдем к анализу результатов двух тестов, которые не так часто встречаются в исследованиях исполнительных функций: это сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию и динамический сенсомоторный тест.

На рисунке 7 представлены показатели рабочей памяти в сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию – усредненные значения по возрастным группам у участников мужского и женского пола с аппроксимацией полиномом третьей степени. Обе кривые демонстрируют отчетливое снижение времени реакции в детском и подростковом возрасте (от 7 до 15 лет), отражающее созревание мозговых механизмов сенсомоторных процессов. В интервале 18–

30 лет наблюдается стабилизация показателей, а после 30 лет – слабовыраженная тенденция к увеличению времени реакции.

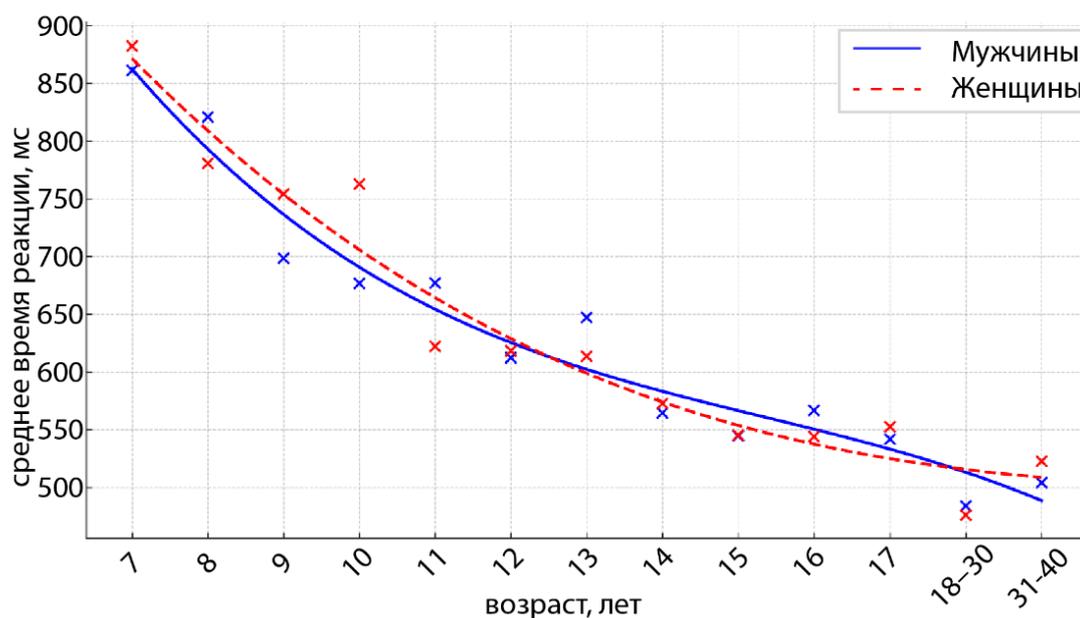


Рисунок 7 – Возрастные и половые изменения показателей рабочей памяти «среднее время сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию»

Статистически значимые различия между мужчинами и женщинами в показателях рабочей памяти не выявлены. Этот результат значим, в первую очередь тем, что при оценке психофизиологического ресурса (простые сенсомоторные реакции), как показано выше, мужчины опережали женщин по времени реакции во всех возрастных группах. Однако, в сложной сенсомоторной реакции различия в скорости реагирования не проявились. Можно предположить, что усложнение поведения требует активности структур мозга более высокого порядка, связанных с рабочей памятью. Здесь мы также видим у мужчин тенденцию к уменьшению времени реакции в период между 30 и 40 годами.

Анализ ошибок в сложной зрительно-моторной реакции предоставляет важную информацию о работе исполнительных функций – прежде всего, тормозного контроля. В отличие от времени реакции, ошибки являются качественным индикатором того, насколько человек способен подавлять неверный ответ, соблюдать инструкцию и удерживать критерий выбора действия в условиях сложной комбинации целевых стимулов и помехи.

Ошибки чаще всего отражают: импульсивные реакции – когда испытуемый нажимает не ту клавишу, не завершив обработку стимула; нарушение правила – трудности удержания в памяти текущего условия задачи; падение внимания – когда реакция отсутствует или носит случайный характер.

Таким образом, количество ошибок в сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию можно рассматривать как интегральный показатель тормозного контроля и более высокого уровня регуляции произвольной деятельности, в условиях повышенной когнитивной нагрузки.

На рисунке 8 представлен анализ среднего значения количества ошибок в сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию в зависимости от возраста и пола. Ошибкой считалась каждая неверная реакция на трехцветный визуальный стимул при переключении между клавишами. Кривые аппроксимации построены по сглаженному тренду.

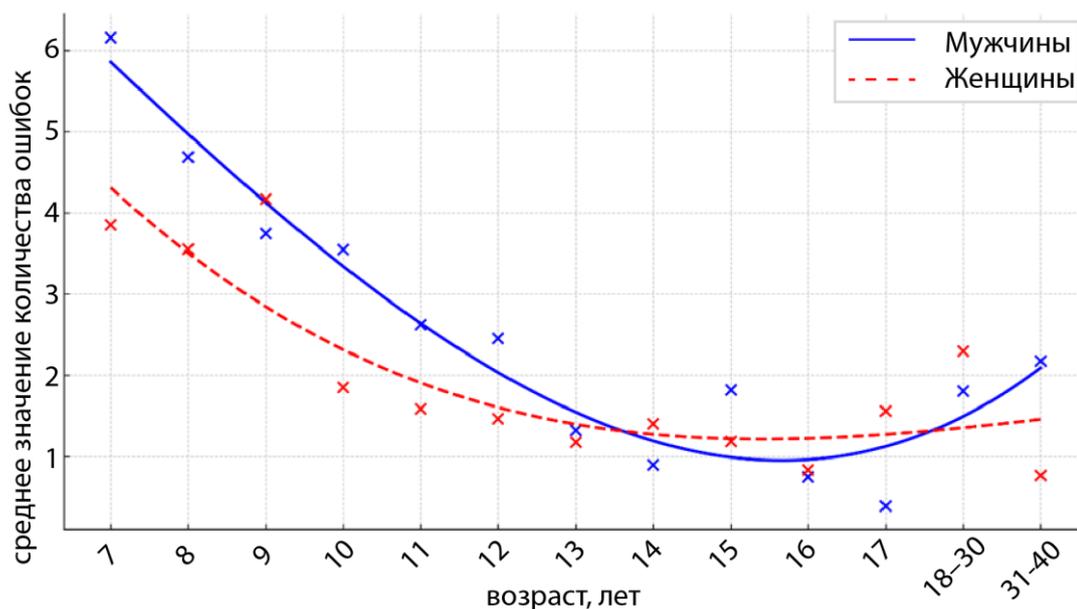


Рисунок 8 – Изменения показателей тормозного контроля «среднее значение количества ошибок в сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию» в зависимости от пола и возраста

Данные показывают, что участницы совершают меньше ошибок, чем участники, особенно в детском и подростковом возрасте (7–13 лет). Таким образом, женщины демонстрируют более стабильный тормозный контроль и

точность в условиях сложного выбора, несмотря на сопоставимое время реакции. Обращают на себя внимание и возрастные изменения количества ошибок: у участников мужского пола есть период с 14 до 18 лет, когда количество ошибок меньше, чем у участниц женского пола. Ближе к 40 годам количество ошибок возрастает, что сопровождается увеличением скорости реагирования. Как показано в работах Н. А. Бернштейна, организм постоянно балансирует между скоростью и точностью при выполнении двигательных задач. Вероятно, можно говорить о том, что у мужчин баланс сдвигается в сторону скорости, а у женщин – точности.

Анализ возрастных и половых особенностей тормозного контроля продолжим с показателями реакции на движущийся объект. Этот тест оценивает сенсомоторную точность и антиципацию движения, отражая преимущество автоматизированных двигательных паттернов над осознанным контролем. Мы предполагаем, что показатели этого теста отражают в большей степени функциональное состояние подкорковых звеньев тормозного контроля.

Показатели реакции на движущийся объект связаны с тормозным контролем, однако специфика теста отличается от традиционных парадигм (например, простых или выборочных реакций на статичный стимул). Здесь тормозная регуляция осуществляется в условиях непрерывно изменяющейся стимульной сцены, где объект перемещается в пространстве и требует точного реагирования. Это предполагает не столько сдерживание преждевременного ответа, сколько тонкую настройку времени реакции на фоне двигательной антиципации. Таким образом, тормозный контроль в реакции на движущийся объект – это контроль «момента действия», а не «факта действия».

В данном тесте несколько показателей, однако в настоящей работе мы проанализируем только два из них: «процент запаздывающих реакций» и «среднее время реакции». Показатель «процент запаздывающих реакций» в тесте реакция на движущийся объект служит индикатором динамического сдвига тормозного контроля, демонстрируя, склонен ли участник тестирования к запаздыванию (рефлексивность, избыточная сдержанность) или, напротив, к преждевременным

ответам (импульсивность, дефицит временной координации), что делает его более информативным по сравнению с суммарными или усредненными значениями.

На рисунке 9 представлена динамика изменения показателя «процент запаздывающих реакций» в тесте реакция на движущийся объект в зависимости от возраста и пола, отражающая особенности тормозного контроля. Кривые построены по полиному третьей степени. Значимость различий $p < 0,00001$ сохраняется на всех возрастных этапах.

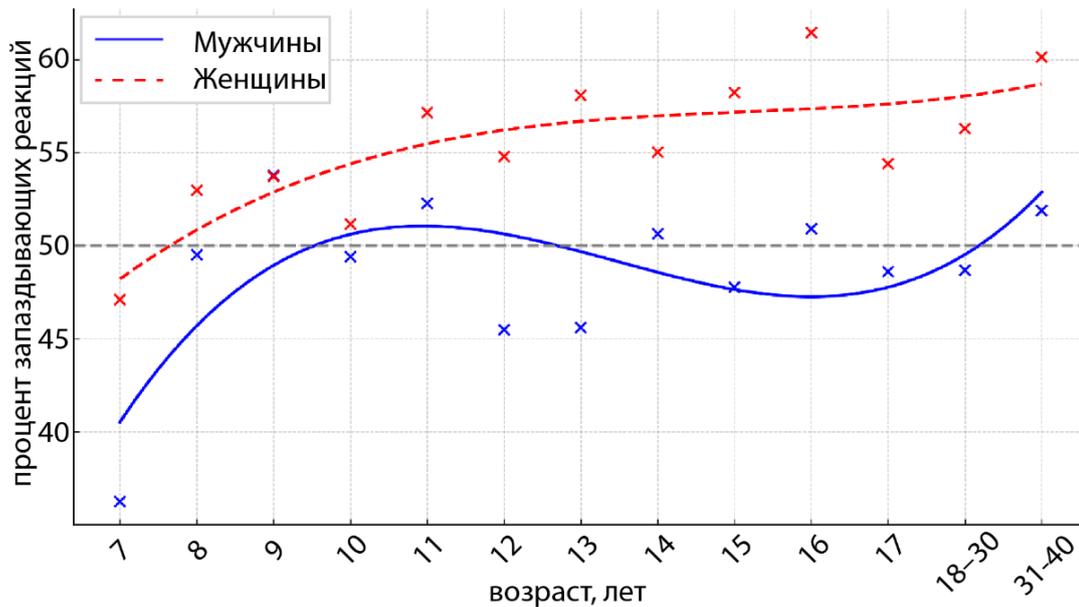


Рисунок 9 – Изменение показателей тормозного контроля «процент запаздывающих реакций на движущийся объект» в зависимости от пола и возраста

Анализ показал, что женщины стабильно демонстрируют более высокий процент запаздывающих реакций по сравнению с мужчинами на всем возрастном диапазоне. Таким образом, женщины характеризуются более выраженной тенденцией к запаздыванию моторного ответа на движущийся стимул. Это может свидетельствовать о более взвешенной стратегии принятия решения по сравнению с мужчинами, что соответствует стратегиям «стайер» и «спринтер». Статистический анализ подтвердил достоверность различий: по критерию Манна – Уитни: $p < 0,00001$, значимость сохраняется на всех возрастных этапах.

Изменения точности тормозного контроля в зависимости от пола и возраста (показатель «среднее время реакции на движущийся объект») представлены на рисунке 10.

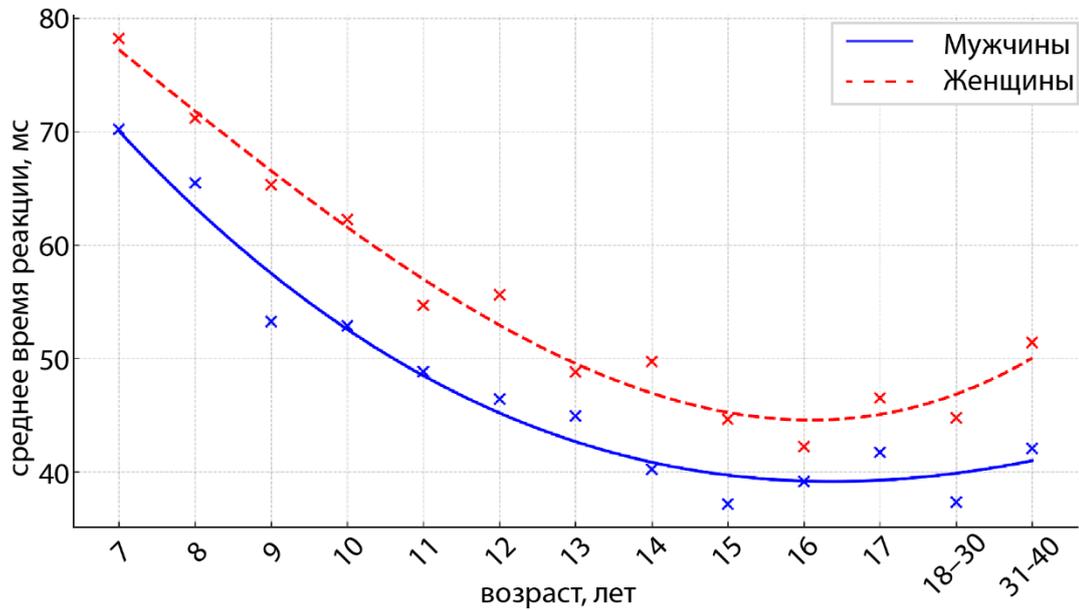


Рисунок 10 – Изменение показателей точности тормозного контроля «среднее время реакции на движущийся объект» в зависимости от пола и возраста

Показатель характеризует точность тормозного контроля при выполнении моторной реакции в условиях движения цели. Более высокие значения отражают снижение точности и устойчивости временной саморегуляции. На графике прослеживается отчетливое половое различие: мужчины демонстрируют более короткое среднее время реакции, что свидетельствует о большей точности и своевременности по сравнению с женщинами. Причем, у участников мужского и женского пола время реакции уменьшается до 16 лет с последующей тенденцией к увеличению к возрасту 40 лет.

При реагировании на движущийся стимул ключевую роль играет предиктивный контроль движения, основанный на формировании опережающих моделей траектории объекта. Этот механизм реализуется за счет взаимодействия дорсолатеральной префронтальной коры, премоторных областей и мозжечка [171]. У мужчин в среднем чаще выявляется более выраженная эффективность таких предиктивных стратегий, что позволяет сокращать латентный период реакции за

счет опоры не только на текущую сенсорную информацию, но и на её прогноз. Наконец, нельзя исключать вклад нейроэндокринных факторов, которые ассоциированы с модуляцией сенсомоторных реакций, скоростью проведения возбуждения и характеристиками моторного контроля. Эти эффекты не являются детерминирующими, однако могут усиливать уже существующие различия в стилях реализации исполнительных функций [174].

Далее перейдем к анализу параметров когнитивной гибкости. Следующий тест – динамический сенсомоторный, в котором темп предъявления стимулов адаптивно изменяется в зависимости от успешности выполнения. Это создает состояние прогрессивно то нарастающей, то ниспадающей когнитивной нагрузки, приближая тестовые условия к реальным ситуациям цейтнота, перегрузки и адаптации к быстроменяющемуся потоку информации. Этот тест моделирует ситуацию, когда человек работает с информацией в ситуации дефицита времени, когда необходимо выполнять разнонаправленные действия, и связан с качеством когнитивной гибкости: участник должен многократно перестраивать моторную программу в ответ на смену стимулов (например, цветовых сигналов), предъявляемых в случайном порядке. Также тест отражает качество тормозного контроля – необходимость сдерживать преждевременные реакции при высокой частоте предъявления стимулов. Рабочая память поддерживает правило соответствия стимул–реакция и условия перехода между ними, но не является центральной на протяжении всего теста.

В отличие от предыдущих тестов, динамический сенсомоторный тест оценивает способность поддерживать эффективность исполнительного контроля в условиях возрастающей нагрузки, что делает его более чувствительным к психофизиологическим резервам.

На рисунке 11 представлен график, отражающий возрастные и половые изменения когнитивной гибкости – интегральный показатель «среднее время адаптации».

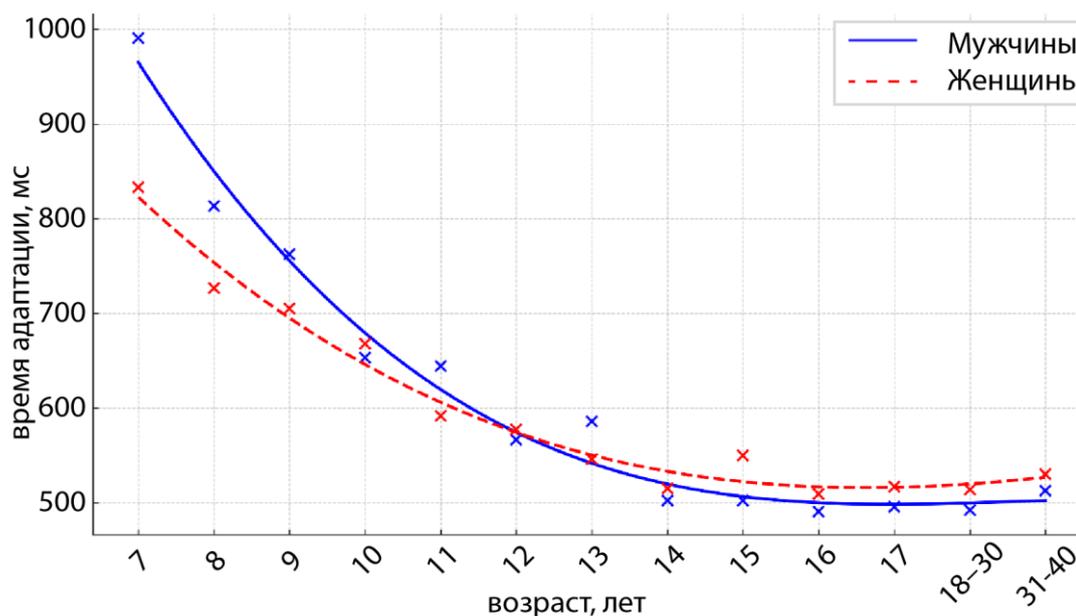


Рисунок 11 – Возрастные и половые изменения когнитивной гибкости – интегральный показатель «среднее время адаптации», динамический сенсомоторный тест

Показатель «среднее время адаптации» введен для отражения функционального итога динамического сенсомоторного теста. Это интегральный показатель, аналогичный среднему времени реакции, но отражающий работу системы в условиях цейтнота и колеблющегося темпа стимуляции

Величина рассчитывается как общее время теста (120 000 мс), деленное на количество предъявленных стимулов (включая правильные и ошибочные ответы), и выражается в миллисекундах на один стимул. Таким образом, чем меньше значение, тем выше функциональная устойчивость и сенсомоторная эффективность испытуемого в условиях возрастающей нагрузки.

Обе кривые демонстрируют характерное сокращение времени адаптации к нагрузке в детском возрасте, достигая плато к 14–15 годам, статистически значимые различия между полами по данному показателю не выявлены. Сокращение времени адаптации к нагрузке с возрастом соответствует ранее представленным данным и свидетельствует о постепенном созревании нейронных сетей головного мозга у всех испытуемых не зависимо от пола. Сводные данные

показателей, имеющих статистические различия между мужчинами и женщинами представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Различия между участниками мужского и женского пола в показателях сенсомоторных тестов, связанных с исполнительными функциями

Компонент исполнительных функций	Тесты	Мужской пол	Женский пол
Тормозный контроль	Сложная зрительно-моторная реакция	Больше скорость, больше ошибок	Меньше скорость, меньше ошибок
	Сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию	Больше ошибок	Меньше ошибок
	Реакция на движущийся объект	Меньше запаздывающих реакций, больше скорость	Больше запаздывающих реакций, меньше скорость
Рабочая память	Сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию	Нет различий в скорости	Нет различий в скорости
Когнитивная гибкость	Динамический сенсомоторный тест	Время адаптации одинаковое, но выше точность	Время адаптации одинаковое, но ниже точность
Психофизиологический ресурс	Теппинг-тест	Выше интенсивность деятельности, резкий спад	Ниже интенсивность, менее резкий спад
	Простые сенсомоторные реакции	Больше скорость	Меньше скорость

Полученные результаты позволяют подтвердить, что существуют два различных стиля сенсомоторной регуляции, проявляющихся у участников мужского и женского пола при выполнении психофизиологических задач. Эти

стили, по-видимому, отражают способность преимущественно опираться на определенные компоненты психофизиологического ресурса.

Анализ показателей, отражающих исполнительное функционирование, показал, что для всех компонентов исполнительных функций выявляется разница между мужчинами и женщинами, кроме показателей рабочей памяти.

Для получения обобщенной оценки уровня развития исполнительных функций был применен подход на основе Z -преобразования. Все количественные психофизиологические показатели участников мужского и женского пола были стандартизированы, что позволило сопоставлять показатели, выраженные в разных единицах.

С учетом различий в направленности показателей (в ряде тестов снижение значения отражает положительную динамику), было произведено инвертирование тех показателей, для которых уменьшение значений соответствует нормализации функционального состояния. В результате каждый показатель после преобразования отражал динамику в едином направлении: увеличение Z -показателя соответствовало возрастному улучшению качества исполнительных функций.

На основе стандартизированных данных был рассчитан сводный интегральный показатель как среднее значение Z по всем включенным параметрам. Для анализа возрастных изменений этот показатель усреднялся в каждой возрастной группе (от 7 до 40 лет).

Графическая интерпретация и аппроксимация третьего порядка позволили выявить характерный тренд возрастных изменений. В интервале от 7 до 14 лет наблюдается поступательный рост обобщенного показателя сформированности исполнительных функций. С 15-летнего возраста темп возрастных изменений значительно снижается, а начиная с 16 лет кривая достигает плато, что подтверждается численным анализом приростов и первой производной от аппроксимирующей функции (рисунок 12).

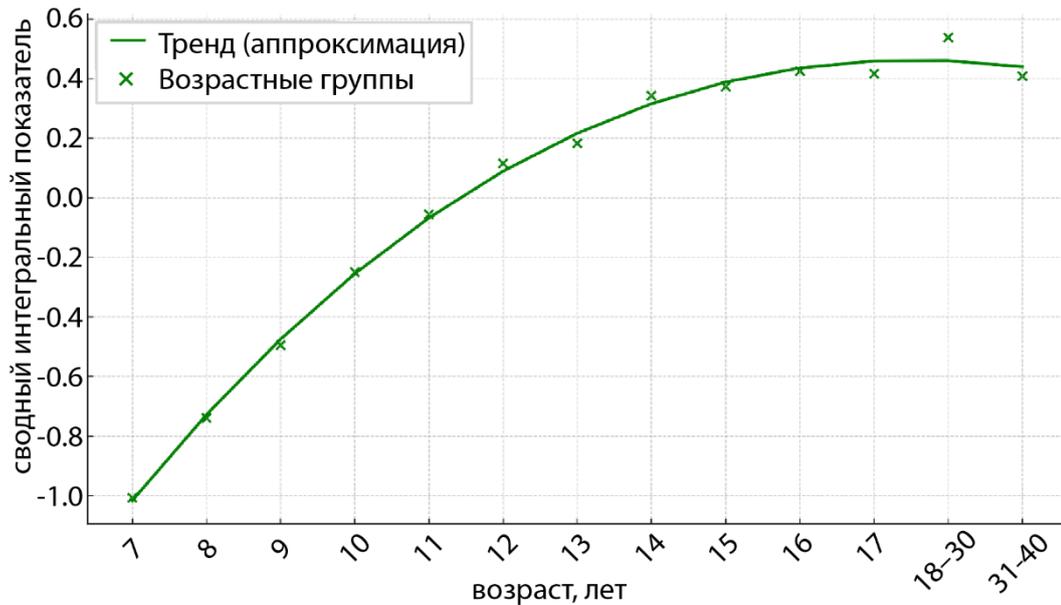


Рисунок 12 – Возрастные изменения исполнительных функций «сводный интегральный показатель»

На графике представлены возрастные изменения сводного интегрального показателя, рассчитанного по всем полученным психофизиологическим параметрам с использованием Z-преобразования. Значения усреднены по всем участникам (мужчинам и женщинам совместно) в каждой возрастной группе. Аппроксимирующая кривая третьего порядка (зеленая линия) отражает общий тренд возрастных изменений.

Таким образом, совокупные данные свидетельствуют о том, что по психофизиологическим показателям, которые оценивались в настоящем исследовании, наиболее активное развитие компонентов исполнительных функций происходит в возрасте до 14–15 лет, с последующим замедлением и стабилизацией к 16 годам.

Полученные показатели совпадают с данными о возрастных различиях исполнительных функций, полученные в предшествующих исследованиях другими методами [137; 162; 96], что подтверждает целесообразность использования выбранных нами тестов для дальнейшего анализа связи уровня развития исполнительных функций с успешностью в учебной, профессиональной и спортивной деятельности.

Далее важно выяснить, будут ли выделенные нами показатели являться предикторами успешности в учебной деятельности у участников школьного возраста.

3.2. Сравнительный анализ показателей исполнительных функций у детей и подростков с различной академической успешностью (возраст 7–17 лет)

В школе успешность ребенка оценивается с помощью отметок. Поэтому в настоящем исследовании были сопоставлены показатели исполнительных функций и психофизиологического ресурса с показателем академической успешности – «средний балл успеваемости за год».

Сначала был проведен анализ половых особенностей успеваемости, который выявил статистически значимые различия в показателе «средний балл успеваемости за год». Девочки показали более высокие значения: средний балл составил 4,13 (SD = 0,52), тогда как у мальчиков – 3,89 (SD = 0,54). Распределение значений в обеих группах не соответствовало нормальному (Shapiro – Wilk, $p < 0,01$), что оправдывает использование непараметрического критерия. Согласно критерию Манна – Уитни ($p < 0,001$), различие между группами является статистически значимым. Таким образом, девочки демонстрируют более высокую и стабильную академическую успеваемость по сравнению с мальчиками. Результаты представлены на рисунке 13.

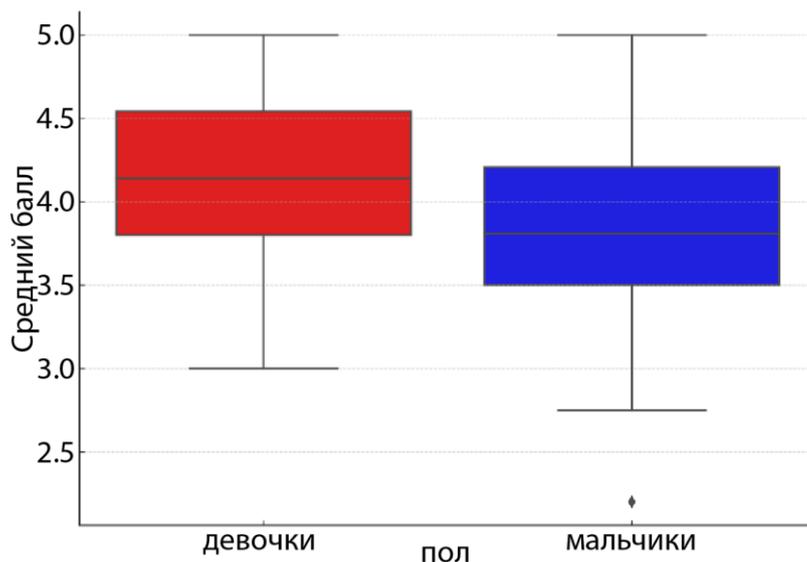


Рисунок 13 – Распределение показателей «средний балл успеваемости за год» у участников 7–17 лет в зависимости от пола ($p < 0,01$)

Диаграмма отражает распределение значений параметра «средний балл успеваемости за год» отдельно для мальчиков и девочек. Видно, что медианный балл успеваемости у девочек выше, а разброс значений – меньше, что указывает на более устойчивые результаты. У мальчиков наблюдается более широкое распределение и наличие выбросов в зоне низких значений. Эти показатели соотносятся со стратегиями использования психофизиологического ресурса, описанными в предыдущем параграфе: «спринтер» для мальчиков и «стайер» для девочек.

Далее был проведен анализ зависимости показателя «средний балл успеваемости за год» от возраста. Для оценки влияния возраста на академическую успеваемость была проведена линейная регрессия, в которой предиктором выступал возраст (в годах), а зависимой переменной «средний балл успеваемости за год». Результаты анализа показали наличие статистически значимой, но слабой обратной связи между возрастом и средним баллом успеваемости: с увеличением возраста успеваемость имеет тенденцию к незначительному снижению ($\beta = -0,023$, $p = 0,021$).

Коэффициент детерминации R^2 составил 0,012, что указывает на крайне низкую долю объясняемой дисперсии – лишь около 1,2% вариации переменной

«средний балл успеваемости за год» можно объяснить возрастом. Тем не менее, при уровне значимости $p < 0,05$ модель считается статистически значимой ($F(1,462) = 5,403, p = 0,0205$).

Таким образом, можно говорить о наличии тенденции снижения среднего балла с возрастом, однако ее вклад в общую структуру успеваемости ограничен (рисунок 14). Это указывает на необходимость привлечения дополнительных переменных (например, психофизиологических показателей) для более полной оценки предикторов академической успешности.

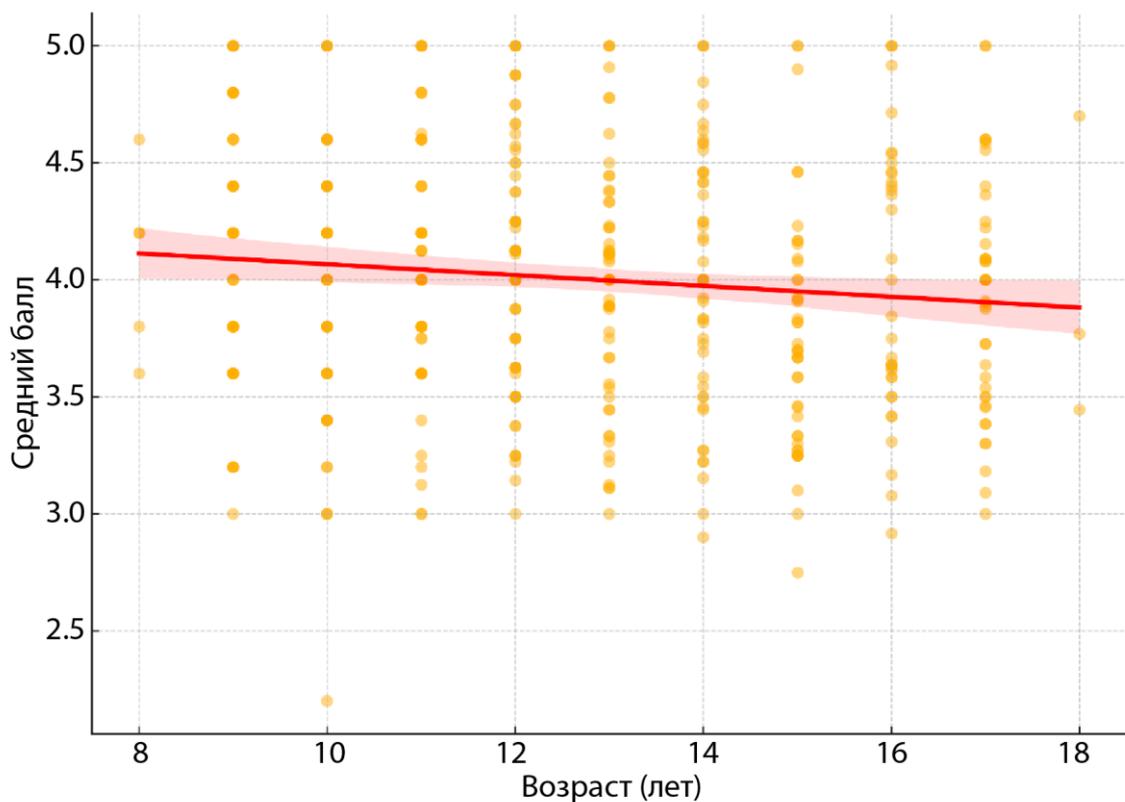


Рисунок 14 – Зависимость переменной «средний балл успеваемости за год» от переменной «возраст» ($\beta = -0,023, p = 0,021$)

С целью уточнения характера возрастных изменений в академической успешности был проведен дополнительный анализ, включающий отдельную линейную регрессию для подгрупп мальчиков и девочек. Это позволило выявить потенциальные различия в изменении успеваемости в зависимости от пола.

Результаты анализа показали, что у мальчиков имеется статистически значимая обратная связь между переменными «возраст» и «средний балл

успеваемости за год» ($\beta = -0,041$, $p = 0,002$). Коэффициент детерминации R^2 составил 0,037, что указывает на умеренную объясняющую силу модели: около 3,7% вариации в среднем балле у мальчиков может быть объяснено возрастом. Таким образом, с возрастом у мальчиков наблюдается отчетливая тенденция к снижению академической успеваемости.

У девочек аналогичная регрессионная модель не выявила статистически значимой связи ($\beta = -0,008$, $p = 0,554$, $R^2 = 0,0016$). Это означает, что возраст практически не влияет на успеваемость девочек в исследуемом возрастном диапазоне.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют наличие половых различий в возрастной динамике академической успешности: только у мальчиков наблюдается значимое снижение среднего балла с возрастом (рисунок 15).

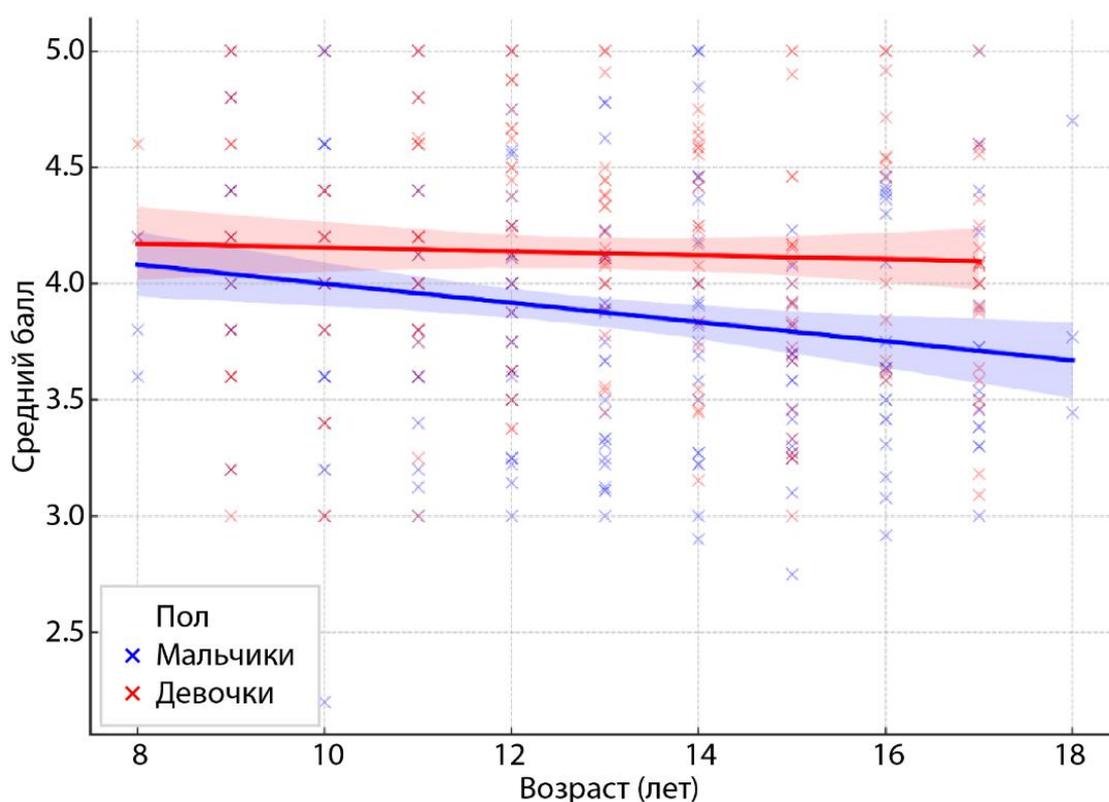


Рисунок 15 – Зависимость переменной «средний балл успеваемости за год» от переменной «возраст» у мальчиков и девочек (девочки: $\beta = -0,008$, $p = 0,554$, мальчики: $\beta = -0,041$, $p = 0,002$)

Далее была построена модель, позволяющая выделить универсальные индивидуальные предикторы успешности в школьном обучении, независимые от

пола. С этой целью был проведен анализ показателей, не имеющих значимых половых различий в выборке школьников. Для их отбора использовался U-тест Манна – Уитни. В итоговый перечень вошли результаты оценки эффективности исполнительных функций, представленные ранее. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели исполнительных функций, не имеющих значимых половых различий в выборке школьников

Показатель	Коэфф.	р-значение	Интерпретация: средний балл успеваемости за год
Пол (M = 1)	-0,23	< 0,001	у мальчиков средний балл ниже при прочих равных
Возраст	-0,06	< 0,001	с возрастом у школьников снижается средний балл
Когнитивная гибкость – динамический сенсомоторный тест (время адаптации, мс)	-0,94	< 0,001	ниже время адаптации – выше балл
Рабочая память – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее время реакции, мс)	-0,0004	0,011	быстрее реакция – выше балл

Коэффициент детерминации модели $R^2 = 0,119$, что указывает на умеренное, но значимое объяснение дисперсии успеваемости только за счет базовых психофизиологических показателей.

Таким образом, даже при исключении показателей с выраженными групповыми различиями по полу, удастся построить интерпретируемую и статистически устойчивую модель, в которой высокая динамическая адаптация нервных процессов и высокая скорость сложной реакции выступают как универсальные предикторы учебной успешности.

Далее был проведен отдельный регрессионный анализ для двух подвыборок: мальчиков и девочек.

В качестве зависимой переменной использовалась переменная «средний балл успеваемости за год», а в качестве предикторов – только те показатели, которые значимо различались между полами. Это позволило сузить модель до специфических параметров, потенциально определяющих различия в учебной успешности.

Единственным показателем, показавшим устойчивую и статистически значимую связь с учебной успешностью у обоих полов, оказалось качество тормозного контроля, которое оценивалось в сложной зрительно-моторной задаче (показатель «среднее количество правильных реакций»). У мальчиков $p = 0,008$; у девочек $p = 0,026$.

Это означает, что именно тормозный контроль связан с ростом показателя «средний балл успеваемости за год», причем вне зависимости от пола. Таким образом, уровень тормозного контроля выступает ключевым предиктором учебной успешности, специфическим для обоих полов.

Это подтверждает предположение о том, что показатели и исполнительного контроля (в частности, в виде устойчивых правильных реакций и тормозного контроля) могут служить надежным критерием при оценке готовности к обучению в школе и прогноза академических достижений.

На заключительном этапе анализа связи академической успешности в школе и сформированности исполнительных функций была построена модель множественной линейной регрессии, объединяющая показатели исполнительных функций, которые ранее продемонстрировали устойчивую значимость в прогнозировании среднего школьного балла у обоих полов. Это когнитивная гибкость, показатели которой оценивались с помощью динамического сенсомоторного теста (время адаптации); тормозный контроль и рабочая память – оценивались с помощью теста сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (число правильных реакций и время реакции, мс).

Дополнительно в модель были включены возраст (в полных годах) и пол (категориальная переменная: 0 – мальчики, 1 – девочки), с целью учета общеизвестных демографических различий в учебной успеваемости.

Все переменные были стандартизированы (z-преобразование), что позволило корректно сравнивать вклад каждого показателя. Регрессия была построена методом наименьших квадратов (таблица 7). В выборку вошли 463 школьника. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,153$.

Таблица 7 – Объединенная модель значимых показателей когнитивной гибкости, рабочей памяти и тормозного контроля, влияющих на показатель «средний балл успеваемости за год» с учетом возраста и пола

Показатель	Стандартизованный коэффициент (β)	Значимость (p)	Интерпретация: средний балл успеваемости за год
Возраст	-0,326	$p < 0,001$	Балл постепенно снижается с возрастом
Показатель	Стандартизованный коэффициент (β)	Значимость (p)	Интерпретация: средний балл успеваемости за год
Тормозный контроль – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее значение количества правильных реакций)	+0,208	$p < 0,01$	Чем больше правильных реакций, тем выше балл
Пол	+0,193	$p < 0,01$	Девочки учатся успешнее при прочих равных
Когнитивная гибкость – динамический сенсомоторный тест (время адаптации, мс)	-0,165	$p < 0,05$	Больше время адаптации – ниже балл
Рабочая память – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее время реакции, мс)	-0,165	$p < 0,05$	Больше время реакции – ниже балл

Таким образом, наиболее значимым психофизиологическим показателем, связанным со школьной успеваемостью, оказались показатели тормозного контроля. Дополнительную роль играют: пол (в пользу девочек) и возраст (негативная тенденция). Показатели когнитивной гибкости и рабочей памяти влияют на успешность в обучении в школе, но уступают по вкладу тормозному контролю.

Выше было показано, что у мальчиков с возрастом наблюдается устойчивый рост тормозного контроля. У девочек этот показатель после 14–15 лет, напротив, снижается или стабилизируется.

Параллельно с этим, в возрастной динамике показателя «средний балл успеваемости за год» наблюдается: сглаживание половых различий: мальчики постепенно догоняют девочек. Приблизительно к 15–16 годам разрыв между показателями успешности в обучении мальчиков и девочек исчезает, а у части мальчиков даже формируется небольшое преимущество по сравнению с девочками.

Эти данные позволяют предположить, что именно уровень тормозного контроля (индексируемый через число правильных реакций в тесте сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию) у мальчиков является одним из механизмов, компенсирующих ранее наблюдавшееся отставание в учебной успешности. Иными словами, психофизиологическая зрелость в подростковом возрасте, выраженная через улучшение исполнительного контроля, способствует выравниванию достижений между полами.

В качестве завершающего этапа анализа была построена полная множественная регрессионная модель, включающая все исполнительные функции, представленные следующими показателями: параметры времени и точности сложной зрительно-моторной реакции; время адаптации в динамическом сенсомоторном тесте; пол, возраст, а также еще один интегральный показатель, отражающий уровень когнитивной гибкости – степень различия между простой и сложной сенсомоторной реакцией.

Полученная модель продемонстрировала значимое улучшение качества предсказания: коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,169$, по сравнению с предыдущей версией без нового показателя, где R^2 не превышал 0,15.

Модель оказалась статистически значимой в целом ($F = 15,47$, $p < 0.000001$) и устойчивой по ключевым диагностическим критериям. Все включенные предикторы сохранили свою значимость (таблица 8).

Таблица 8 – Полная множественная регрессионная модель, отражающая роль показателей исполнительных функций, возраста и пола в качестве предикторов академической успешности школьников

Предиктор	Станд. β	p-value	Интерпретация
Возраст	-0,332	<0,0001	С увеличением возраста средний балл снижается
Тормозный контроль – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее значение количества правильных реакций)	0,198	<0,0001	Чем выше точность сложной реакции, тем выше успеваемость
Предиктор	Станд. β	p-value	Интерпретация
Когнитивная гибкость – динамический сенсомоторный тест (время адаптации, мс)	-0,182	0,001	Снижение характеристики формирования связано с более высокими баллами
Пол	-0,177	<0,0001	Мальчики в среднем имеют более низкий балл, чем девочки
Рабочая память – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее время реакции, мс)	-0,175	<0,0001	Более медленная реакция ассоциируется с худшей успеваемостью
Когнитивная гибкость – коэффициент простая/сложная сенсомоторные реакции	-0,129	0,003	Чем ближе показатели простой сенсомоторной реакции к показателям сложной, тем ниже средняя успеваемость

Сравнительный анализ психофизиологических показателей у школьников с разным уровнем академической успешности показал, что исполнительные функции выступают значимым когнитивным фактором, опосредующим успешность обучения.

Полученные данные подтверждают, что исполнительные функции в школьном возрасте выполняют роль универсального регуляторного механизма, обеспечивающего эффективность усвоения учебного материала. Практическая значимость результатов заключается в возможности использования объективных психофизиологических показателей для раннего выявления риска учебных трудностей и разработки индивидуализированных программ педагогической и психолого-педагогической поддержки.

3.3. Анализ показателей исполнительных функций в связи с успешностью в профессиональной деятельности (возраст 20–40 лет)

Можно предположить, что успешность взрослого человека будет зависеть от того, насколько его психофизиологические особенности соответствуют профессиональной деятельности. В процессе предыдущего подэтапа исследования мы показали значимость исполнительных функций для успешности в учебной деятельности.

Далее представляется значимым проанализировать показатели исполнительных функций у молодых взрослых, которые добились социально признанного успеха в своей профессиональной деятельности.

Традиционно, одним из признаков социальной успешности является наличие высшего образования. Поэтому было принято решения проверить, будут ли показатели исполнительных функций школьников, предопределяющие

успешность в обучении в школе, сходны с показателями взрослых, имеющих высшее образование и работающих по специальности, полученной в высшем учебном заведении. Также изучались показатели психофизиологического ресурса (устойчивости к утомлению и моторного контроля).

В целом участники настоящего исследования с высшим образованием были вовлечены преимущественно в деятельность, связанную с аналитическим мышлением, коммуникацией и высокой когнитивной нагрузкой, тогда как представители профессий, не требующих высшего образования, выполняли в основном исполнительские и прикладные функции.

В основу анализа были положены 12 показателей исполнительных функций, зарекомендовавших себя как наиболее чувствительные и диагностически значимые при изучении участников школьного возраста, а также иные значимые в возрастных и половых категориях.

Поскольку распределения большинства показателей не соответствовали нормальному (что было подтверждено с использованием критерия Шапиро – Уилка), для выявления различий между группами по уровню образования применялся U-тест Манна – Уитни.

В таблице 9 представлены показатели, статистически различающиеся между группами ($p < 0,05$).

Таблица 9 – Показатели исполнительных функций, статистически различающиеся между группами участников с высшим и средним образованием

Тесты и показатели	р-значе ние	Среднее знач. (высшее образование)	Среднее знач. (среднее образование)
Когнитивная гибкость – динамический сенсомоторный тест (время адаптации, мс)	0,0015	0,524	0,564
Психофизиологический ресурс – простая зрительно-моторная реакция (медианное время реакции, мс)	0,0170	213,6	233,9
Когнитивная гибкость (индекс отношения среднего времени сложной зрительно-моторной реакции на	0,0239	27,2	30,0

Тесты и показатели	р- значе ние	Среднее знач. (высшее образование)	Среднее знач. (среднее образование)
световую комбинацию к среднему значению правильных реакций)			
Психофизиологический ресурс – простая слухомоторная реакция (медианное время реакции, мс)	0,0241	178,2	194,7
Рабочая память – сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее время реакции, мс)	0,0408	414,0	429,0

По всем значимым показателям было установлено, что участники с высшим образованием демонстрируют более высокие показатели исполнительных функций, а именно: когнитивной гибкости и рабочей памяти.

Показатели когнитивной гибкости, которые оценивались путем анализа времени адаптации в динамическом сенсомоторном тесте и сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию, подтвердили свою значимость, показанную ранее в оценке школьной успеваемости. Это указывает на стабильную прогностическую силу данных показателей, отражающих устойчивость, точность и когнитивную организованность двигательных реакций. Можно предположить, что на этапе школьного обучения и профориентации ключевыми являются показатели когнитивной гибкости.

По показателям когнитивного ресурса некоторое преимущество было у участников со средним образованием. В профессиональной реализации, особенно при необходимости перехода от знания к действию, особое значение начинает приобретать уровень психофизиологического ресурса, который оценивался через показатели простых реакций, обеспечивающих быстроту исполнения, адаптацию в реальном времени, способность работать в динамичных условиях.

Таким образом, показатели психофизиологического ресурса являются потенциальными предикторами прикладной продуктивности, устойчивости к утомлению и возможности переноса знаний в конкретные действия [238, 65].

Сводная таблица по всем значимым показателям ($p < 0,05$) различных возрастных, половых и социальных групп представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Сводная таблица значимых показателей исполнительных функций, школьников и профессионалов мужского и женского пола

Показатели	Мужчины/ женщины	Успешные / менее успешные школьники	Профессии высшего/ среднего образования
Психофизиологический ресурс: простая зрительно-моторная реакция (медианное время реакции, мс)	лучше у мужчин	одинаково*	одинаково
Психофизиологический ресурс: простая слухомоторная реакция (медианное время реакции, мс)	лучше у мужчин	одинаково	одинаково
Психофизиологический ресурс: теппинг-тест (индекс моторной устойчивости)	лучше у мужчин	одинаково	одинаково
Тормозный контроль: сложная зрительно-моторная реакция (среднее значение количества ошибок)	лучше у женщин	лучше у успешных	одинаково
Тормозный контроль: реакция на движущийся объект (процент запаздывающих реакций)	лучше у мужчин	одинаково	одинаково
Тормозный контроль: реакция на движущийся объект (среднее время реакции, мс)	лучше у мужчин	одинаково	одинаково
Рабочая память: сложная зрительно-моторная реакция (среднее время реакции, мс)	лучше у мужчин	одинаково	лучше у высшего
Тормозный контроль: сложная зрительно-моторная реакция (среднее значение количества ошибок)	лучше у женщин	лучше у успешных	одинаково
Тормозный контроль: сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (среднее значение количества ошибок)	лучше у женщин	лучше у успешных	одинаково

Показатели	Мужчины/ женщины	Успешные / менее успешные школьники	Профессии высшего/ среднего образования
Когнитивная гибкость: динамический сенсомоторный тест (время адаптации, мс)	одинаково	лучше у успешных	лучше у высшего
Когнитивная гибкость: индекс отношения простой и сложной зрительно-моторной реакции	лучше у женщин	лучше у успешных	одинаково
Когнитивная гибкость: индекс отношения среднего времени сложной зрительно-моторной реакции на световую комбинацию к среднему значению правильных реакций	одинаково	лучше у успешных	лучше у высшего

* Нет статистических различий.

Некоторые показатели тормозного контроля и психофизиологического ресурса не показали значимости в целевых группах: это показатели теста реакция на движущийся объект, простая слухомоторная реакция и теппинг тест. В целевых группах не оценивалась физическая деятельность, поэтому эти результаты могут свидетельствовать об избирательности наборов показателей в оценке успешности человека в разных условиях профессиональной деятельности.

Показатель когнитивной гибкости (интегральный показатель разницы между сложной и простой реакциями) оказался самым представленным во всех категориях. К тому же его составляющие показали наибольшую статистическую значимость. При этом он не зависит от пола. Это делает его наиболее перспективным и универсальным в оценке успешности в образовании и профессиональной деятельности, не связанной с физическим трудом.

Эту часть исследования можно считать пилотной, так как выборка профессионалов (по сравнению с выборкой школьников и выборкой боксеров, данные которых будут проанализированы в следующем параграфе) оказалась недостаточно однородной.

Интересно отметить, что определенные показатели исполнительных функций, определяемые через параметры конкретных сенсомоторных тестов, по-видимому, не являются универсальными маркерами успешности во всех профессиональных областях. Они могут отражать способность к определенным видам деятельности (то есть, возможность достижения успеха в этом виде профессиональной деятельности с минимальным приложением усилий).

Например, в нашей выборке для врачей-неврологов с высшим образованием были характерны высокие показатели тормозного контроля и когнитивной гибкости в тестах сложная сенсомоторная реакция на световую комбинацию и динамический сенсомоторный тест, при этом показатели психофизиологического ресурса были ниже, чем в других группах (время реакции в простых сенсомоторных тестах было повышено по сравнению с медицинскими сестрами и администраторами). Можно предположить, что в профессиональной деятельности невролога в большей степени важны когнитивная гибкость и тормозный контроль, тогда как для других профессий на первое место будут выходить показатели психофизиологического ресурса: высокая скорость реагирования, способность работать в условиях помех, устойчивость к монотонной деятельности.

Для того чтобы подтвердить или опровергнуть эти предположения необходимо дальнейшие исследования на более однородных профессиональных группах.

Также представляются интересными качественные данные, полученные в результате опроса самих участников и экспертной оценки профессиональной успешности участников.

Предположения о том, что руководство больше ценит сотрудников с высшим образованием на нашей выборке не подтвердилось. Место в рейтинге руководства не было связано с уровнем образования. Все молодые взрослые, принимавшие участие в исследовании, были в целом довольны своей работой и считали себя успешными.

Полученные предварительные данные позволяют предположить, что в дальнейшем можно создать психофизиологические профили определенных групп

профессий. Так как показатели исполнительных функций, которые оцениваются путем проведения сенсомоторных тестов, являются достаточно устойчивыми и мало подвергаются изменениям в возрасте 17 – 40 лет, тестирование может быть полезно в процессе профориентации подростков, а также в ситуации, когда человек задумывается о смене работы.

3.4. Исполнительные функции и прогноз успешности боксеров спорта высших достижений (возраст 15–25 лет)

В параграфах 3.2 и 3.3 был представлен анализ показателей исполнительных функций школьников и взрослых, занимающихся различными видами профессиональной деятельности в основном не связанными с физической активностью.

Анализ показателей, полученных на этих группах, позволил выявить и подтвердить определенные психофизиологические индикаторы успешности, включая показатели когнитивной гибкости, рабочей памяти, тормозного контроля и психофизиологического резерва.

Как было показано выше, выборка профессионалов в настоящем исследовании была недостаточно однородна. Для дальнейшего углубления анализа и повышения строгости критериев успешности в данном параграфе будут проанализированы показатели особой профессиональной группы, представителям которой необходимо для достижения успешности сочетание уникальных физических и психофизиологических особенностей. Эта группа интересна, во-первых, тем, что успешность подтверждается наградами на международных соревнованиях и олимпиаде, а значит из определения степени успешности исключается субъективный компонент. Во-вторых, сама специфика бокса является

интересной для психофизиологического исследования. Среди спортсменов бокс по праву считается одним из самых интеллектуальных видов спорта, так как от спортсмена требуется точность тормозного контроля и когнитивная гибкость – это основные составляющие исполнительных функций. В этом виде спорта каждая доля секунды критична – от времени реакции зависит безопасность и результат.

Критерии попадания в сборную крайне жесткие, и уже само присутствие в основном или резервном составе национальной сборной свидетельствует о высоком уровне спортсменов и объективной успешности и признании. В настоящем исследовании успешность боксера определяется отнесением его к основному составу (более успешные спортсмены) или к резервному составу (менее успешные спортсмены) национальной сборной Республики Узбекистан по боксу.

Анализ показателей профессионалов, приведенный в параграфе 3.3 привел нас к выводу о том, что для определения психофизиологических предикторов профессиональной успешности необходимо учитывать специфику конкретной профессиональной деятельности, те психофизиологические особенности, которые необходимы для выполнения этой деятельности. Мы предположили, что специфика деятельности боксера прежде всего связана с особенностями психофизиологического ресурса.

Бокс является спортом быстрых скоростей. Так, рука боксера высокой квалификации может преодолеть расстояние, например в 0,3 метра, всего в среднем за 33 миллисекунды, или за 33/1000 секунды. Оценка качества взаимодействия спортсменов с такими высокими скоростями также должна работать очень точно и в этом же миллисекундном диапазоне.

Поэтому было принято решение о том, что разработанная нами батарея сенсомоторных тестов должна быть дополнена анализом сенсомоторных особенностей движений боксера в миллисекундном диапазоне. Для этого использовали видеозапись удара по боксерской груше, выполненную в миллисекундном диапазоне с помощью скоростной видеокамеры.

Новым в этом подходе является то, мы исследовали не силу удара, а именно скорость. Таким образом, показатели скорости удара боксеров в настоящем исследовании дополняют показатели психофизиологического ресурса.

На рисунке 16 представлена разница между скоростью удара у участников основного и резервного состава сборной. Скорость удара у боксеров основного состава выше.

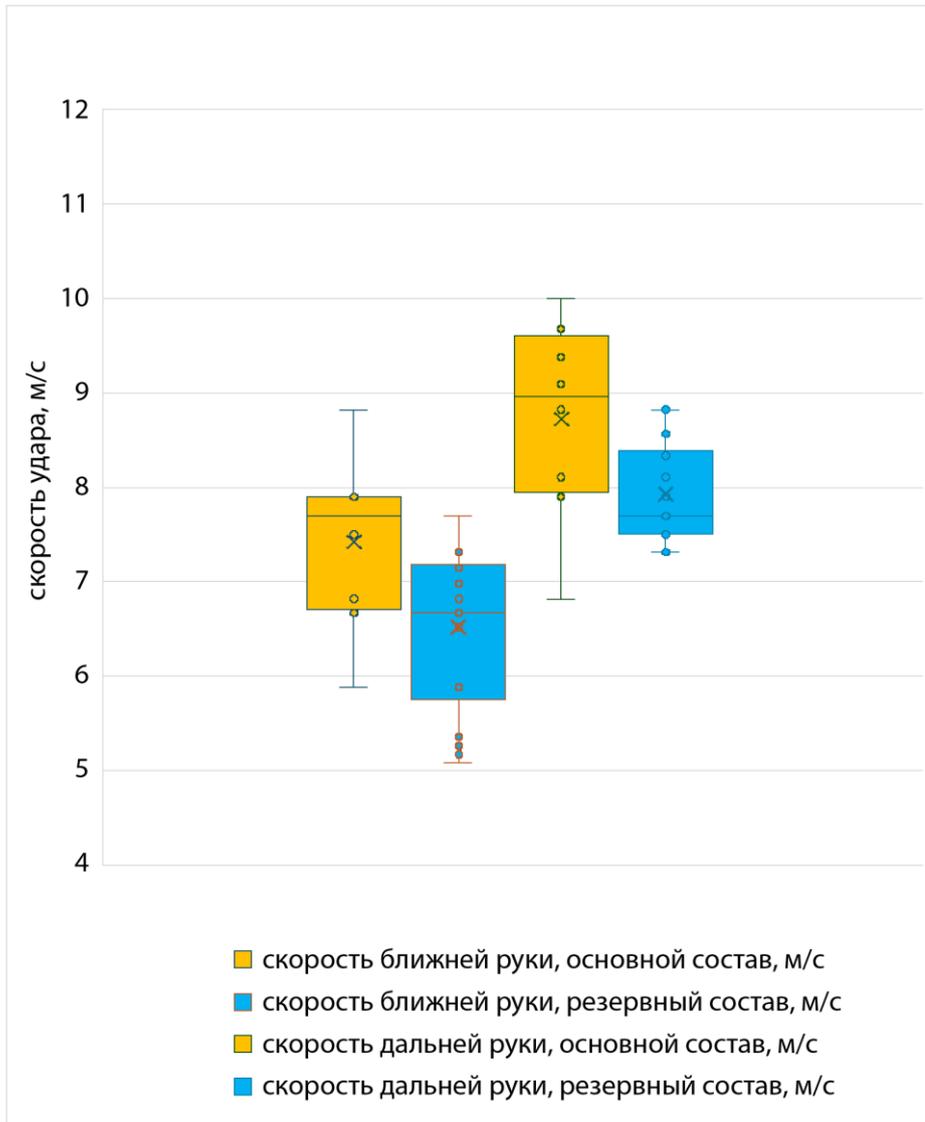


Рисунок 16 – Сравнение показателей психофизиологического ресурса «скорости удара ближней и дальней рукой» у боксеров основного и резервного состава мужской сборной

Скорость удара дальней рукой всегда существенно больше скорости удара ближней рукой независимо от состава. Числовые значения скорости удара основного и резервного составов сборной указаны в таблице 11.

Таблица 11 – Средняя скорость удара ближней и дальней руки основного и резервного состава мужской сборной по боксу

Скорость	Основной состав, м/с	Резервный состав, м/с
ближняя рука, среднее	7,4	6,5
ближняя рука, медиана	7,7	6,6
дальняя рука, среднее	8,7	7,9
дальняя рука, медиана	9,0	7,5

Основной состав демонстрирует заметно большую среднюю и медианную скорость как ближней, так и дальней руки, что, предварительно, может говорить о том, что особенности психофизиологического ресурса приводят к большей эффективности основного состава.

Был проведен статистический анализ различий между показателями основного и резервного состава боксеров. Для проверки нормальности распределения данных использовался тест Шапиро-Уилка, так как он наиболее подходит для размера нашей выборки ($n < 50$) и отсутствию большого количества аномально больших выбросов. Проверка на нормальность распределения данных требуется для выбора дальнейшей методики анализа (параметрической или непараметрической). Результаты проверки на нормальность распределения приведены в таблице 12, а статистический анализ разницы между группами – в таблице 13.

Таблица 12 – Статистический анализ различий показателей психофизиологического ресурса между основным и резервным составом боксеров, проверка нормальности распределения данных

Параметр	Основной состав, р	Резервный состав, р	Вывод
Скорость ближней руки	0,7278	0,0434	Не нормальное
Скорость дальней руки	0,7328	0,0363	Не нормальное

Таблица 13 – Статистический анализ различий показателей психофизиологического ресурса между основным и резервным составом боксеров

Параметр	р-значение	Вывод
Скорость ближней руки	0,0130	Значимое отличие ($p < 0,05$)
Скорость дальней руки	0,0185	Значимое отличие ($p < 0,05$)

Боксеры основного состава показали более высокие показатели психофизиологического ресурса – скорости удара как ближней, так и дальней рукой, что совпадает с простым сравнительным и визуальным анализом графиков средних и медианных значений. Рост и вес спортсменов не имел статистически выраженной связи со скоростью удара.

Сопоставимые данные скорости удара у элитных боксеров и любителей были получены другими исследователями с помощью кинематических датчиков, способом, имеющим больше погрешностей и допущений, чем применяемая нами высокоскоростная видеокамера [189; 158; 164].

Продолжим анализ данных показателей психофизиологического ресурса (скорость реакции в тесте простая зрительно-моторная реакция). Данные прошли проверку на нормальность распределения, равенство дисперсий, после чего был выбран соответствующий статистический метод. Статистически значимых различий в группах не выявлено.

Однако боксеры основного состава все же показали чуть лучшие результаты как в скорости реакции, так и в стабильности результатов по всем параметрам. Результаты представлены в таблицах 14, 15.

Таблица 14 – Статистический анализ различий показателя психофизиологического ресурса, показатель «среднее время простой зрительно-моторной реакции» внутри группы основного состава боксеров

Параметр	Основной состав	Резервный состав
Среднее значение, мс	212,5	216
Медианное значение, мс	214	232

Таблица 15 – Статистический анализ различий показателей психофизиологического ресурса, показатель «медианное время простой зрительно-моторной реакции» внутри группы основного состава боксеров

Параметр	Основной состав, р	Резервный состав, р
Среднее значение, мс	199	203
Медианное значение, мс	196	212

Статистически значимых различий данный эксперимент не выявил, однако дал представление о когнитивном ресурсе боксеров высшей квалификации по

показателям простых сенсомоторных реакций. Эти данные нам потребуются для сопоставления скорости удара боксера с психофизиологической возможностью спортсмена его парировать.

Необходимость анализировать действия боксера на миллисекундном уровне обусловлена спецификой этого вида спорта: за 1 миллисекунду рука боксера может проходить в среднем до 0,5–1 сантиметра, то есть 1 метр будет преодолен за 100–200 мс. Это выходит за пределы человеческих возможностей простой зрительно-моторной реакции. На более близких дистанциях скорость удара растет по мере приближения к цели. Это означает, что для достижения успешности боксер должен использовать антиципацию – предвидеть действия соперника, используя все компоненты исполнительных функций.

Результаты, полученные при сравнении показателей исполнительных функций между спортсменами основного и резервного состава сборной, выявили, что показатели психофизиологического ресурса (простая зрительно-моторная реакция, простая слухомоторная реакция, теппинг-тест), показатели рабочей памяти и когнитивной гибкости (сложная зрительно-моторная реакция; динамический сенсомоторный тест) не продемонстрировали статистически значимых различий между группами спортсменов основного и резервного составов.

Дальше предстояло выяснить, насколько выявленные особенности психофизиологического ресурса боксеров являются специфичными именно для этого вида спорта. Для этого было проведено сравнение показателей боксеров с показателями молодых мужчин того же возраста, не занимающихся боксом.

В тесте простая зрительно-моторная реакция боксеры ожидаемо показали лучшие показатели психофизиологического ресурса, как по параметрам скорости реакции, так и стабильности результатов. Результаты представлены в таблицах 16, 17, 18.

Таблица 16. Сравнительный анализ параметров психофизиологического ресурса по показателю «среднее время простой зрительно-моторной реакции» у боксеров и мужчин, не занимающихся боксом

Параметр	Боксеры	Не занимающиеся боксом
Среднее значение, мс	214	225
Медианное значение, мс	205	218

Таблица 17 – Сравнительный анализ параметров психофизиологического ресурса по показателю «медианное время простой зрительно-моторной реакции» у боксеров и мужчин, не занимающихся боксом

Параметр	Боксеры	Не занимающиеся боксом
Среднее значение	200	210
Медианное значение	197	203

Таблица 18 – Сравнительный анализ параметров психофизиологического ресурса по показателям среднего и медианного времени реакций у боксеров и мужчин, не занимающихся боксом

Параметр	p-значение	Вывод
среднее времени реакции	0,0331	Значимое отличие ($p < 0,05$)
медиана времени реакции	0,0288	Значимое отличие ($p < 0,05$)

Боксеры показали более низкие статистически значимые показатели средней скорости реакции и медианы скорости реакции, что совпадает с простым сравнительным анализом. Это означает, что у боксеров более высокие показатели психофизиологического ресурса.

Полученные результаты анализа простой зрительно-моторной реакции менее применимы в спорте высших достижений без связи с другими параметрами, но в целом для боксеров начального и среднего уровня и для отбора в секции бокса этот показатель может применяться в составе других психофизиологических методик и тестов.

Среднеквадратичное отклонение, характеризующее стабильность результатов находится близко к принятому нами порогу значимости, и в случае снижения порога до 0,1 также может применяться в составе предварительного анализа для начинающих спортсменов.

Далее перейдем к анализу психофизиологических параметров, отражающих качество тормозного контроля. Как обсуждалось выше, подавление или отсрочка нежелательных и/или неосознанных реакций встречается во многих аспектах человеческой деятельности и является одним из важнейших компонентов исполнительных функций – тормозным контролем.

Если в успешности нападения в боксерском поединке большую роль играет скорость и точность удара, то в защите важно умение быстро и точно реагировать на действия соперника. Можно предположить, что в целом для успешности в боксе максимально важным является тормозный контроль. Выбор действия в условиях дефицита времени всегда сопровождается осознанным или неосознанным подавлением нежелательного действия, отсрочкой требуемого действия на определенный точный промежуток времени, либо выполнение требуемого действия заблаговременно (антиципация).

Чтобы продемонстрировать роль тормозного контроля в боксе мы проанализировали не межгрупповые различия, а различия между двумя тестами простая зрительно-моторная реакция и сложная зрительно-моторная реакция внутри однородных групп.

Простая зрительно-моторная реакция – это реакция на одиночный, предсказуемый стимул. Задействован относительно простой нейронный путь: восприятие стимула – передача сигнала в моторные центры – моторный ответ.

Психофизиологическая основа тормозного контроля в простой зрительно-моторной реакции задействует минимальную нейронную цепь, часто с акцентом на спинальные и подкорковые структуры. Сложная реакция – активизирует дополнительные области мозга, включая префронтальную кору для анализа стимула и принятия решения, базальные ганглии для выбора и регулирования движений, переднюю поясную кору для контроля конфликтов между возможными действиями, премоторные зоны для подготовки специфического действия.

Тормозный контроль особенно тесно связан с активностью дорсолатеральной префронтальной коры, которая отвечает за когнитивный контроль и торможение автоматических импульсов. Поэтому тормозный контроль увеличивает время

реакции из-за конфликта выбора – в сложных задачах мозг рассматривает несколько возможных ответов и должен подавить неподходящие. Анализ стимула и выбор правильного действия требуют больше времени. Тормозный контроль помогает избежать автоматических, но потенциально ошибочных реакций. Все эти процессы удлиняют время реакции по сравнению с простой реакцией, где выбор и торможение отсутствуют. Чем сложнее задача, тем больше времени требуется для выполнения контроля. Для боксера простая реакция – это, например, уклонение от удара. Сложная реакция возникает, когда нужно решить: какой из видов блоков применить или как именно атаковать или контратаковать, в зависимости от движения противника.

Для более убедительных статистических выводов мы объединили показатели тормозного контроля (данные простой и сложной зрительно-моторной реакции) основного и резервного состава боксеров, так как они близки и статистически неотличимы. В ситуации деятельности слуховая и зрительная система функционируют совместно [2].

Результаты представлены на рисунке 17.

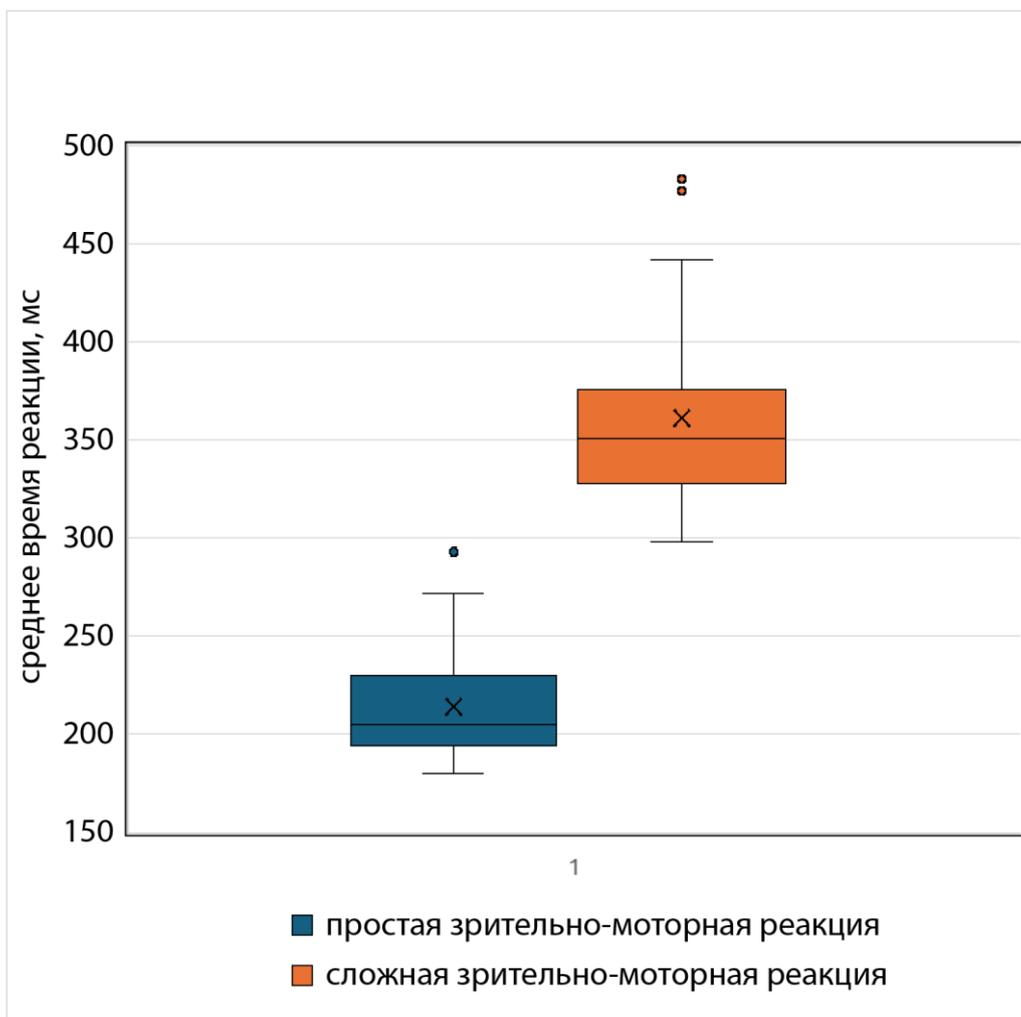


Рисунок 17 – Сравнение показателей тормозного контроля «среднее время простой зрительно-моторной реакции и сложной зрительно-моторной реакции» у боксеров основного и резервного состава мужской сборной

Визуальный анализ демонстрирует, что среднее время реакции ПЗМР значительно ниже СЗМР. Диапазон значений и наличие выбросов больше у СЗМР, что указывает на большую вариативность в этой группе данных. Так как видимые различия явные, был проведен статистический анализ только среднего времени реакции ПЗМР и СЗМР. Результаты статистического анализа представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Статистический анализ показателей тормозного контроля «среднее время простой зрительно-моторной реакции» и «среднее время сложной зрительно-моторной реакции» у боксеров

Параметр	p-значение	Вывод
среднее время реакции	$p < 0,0001$	Значимое отличие ($p < 0,05$)

Абсолютное значение разности в скорости СЗМР и ПЗМР по всем усредненным данным составляет 147 мс. Упрощенно: боксерам нужно при сложной зрительно-моторной реакции на 147 миллисекунд больше времени, чем при простой, чтобы сделать осознанный выбор из двух альтернатив и начать совершать моторный ответ. За это время расстояние ударной траектории руки соперника может составить до 1,5 метра.

Таким образом, время простых и, особенно сложных реакций защиты в условиях боксерского поединка не сопоставимы со скоростями ударов в нападении. Поэтому соперники находятся, практически, в непрерывном движении, постоянно меняя дистанцию, направление, положение рук, совершая множество обманных движений, выбирая момент, когда можно будет нанести эффективный удар.

Боксерский поединок в любительском боксе физически очень энергозатратный процесс, поэтому он идет всего 3 раунда по 3 минуты. За весь поединок боксер совершает, в среднем от 150 до 250 ударов. Только 20–35% из них точные (засчитываются судьями как результативные). Процент нокаутов (досрочных побед) еще меньше, фиксируется в 5–10% всех поединков. Поэтому основная тактика в любительском боксе связана с акцентом на скорость и объем ударов, а не на их силу.

Можно сделать вывод о том, что качество тормозного контроля действительно является основным предиктором успешности боксера. При большом количестве попыток как в одном поединке, так и во всей карьере боксера в конце концов должен выигрывать чаще тот, кто обладает некоторым универсальным балансом в реагировании на действия соперника – делать все вовремя, точно, не опаздывая и не опережая событие.

Также можно сделать выводы о том, что остальные пять сенсомоторных тестов, которые были проведены во время исследования не пригодны для определения предикторов успешности боксеров высшей квалификации – разница между основным и резервным составом спортсменов не была выявлена – кроме показателей теста реакция на движущийся объект (РДО). Этот тест также позволяет оценить качество тормозного контроля.

В реальном поединке боксер наблюдает движение соперника и старается точно спрогнозировать, согласовать время и место встречи своих частей тела и частей тела соперника, в соответствии со стратегией, тактикой и текущей обстановки схватки. Суть теста РДО – остановить движущийся объект, который двигается по шкале, точно напротив цели в каком-то определенном месте шкалы. Положение цели от попытки к попытке меняется.

Особенностью реализации теста, который использовали мы, была аналоговая стрелка (а не изображение стрелки на дисплее). Специализированное оборудование с физической стрелкой спроектировано и изготовлено специально для проведения этого теста и не имеет задержек и погрешностей. Визуальное восприятие движения на дисплее может быть ограничено разрешением дисплея, частотой обновления экрана и качеством визуального контраста [165]. С физической стрелкой реальный объект (стрелка) обеспечивает естественное восприятие движения, что делает тест более интуитивным. Человек лучше воспринимает и прогнозирует движения физических объектов, чем виртуальных, поскольку их траектория реальна и подчиняется законам физики [141, 178].

Различия в качестве тормозного контроля между основным и резервным составом оказались наиболее выраженными в показателях, связанных с реакцией на движущийся объект. Некоторые из этих показателей демонстрировали как статистическую значимость, так и выраженные эффекты размера. Это может быть связано с тем, что РДО включает прогнозирование траектории и сенсомоторная антиципация, сочетает динамическую регуляцию и мгновенное принятие решений в пространстве, тесно приближен к специфике бокса, где объект (противник)

перемещается непредсказуемо. Как показано в исследованиях, успешность боксера во многом зависит от способности к антиципации [4].

Перейдем к детальному анализу результатов теста реакция на движущийся объект. Все попытки данного теста, отражающие качество тормозного контроля, распределяются по 4 типам реакции и суммируются внутри типа (категории) для количественного анализа (в единицах).

Для определения степени нормативного опережения и степени нормативного запаздывания фиксируется абсолютное время реакции в соответствующих типах – отдельно для опережающих реакций, отдельно для запаздывающих (в миллисекундах).

Попытки, содержащие критическое опережения или запаздывание учитывается количественно, без анализа времени, таким попыткам присваивается статус ошибки опережения и ошибки запаздывания. Варианты реакций и ошибок в тесте на движущийся объект представлены на рисунке 18.

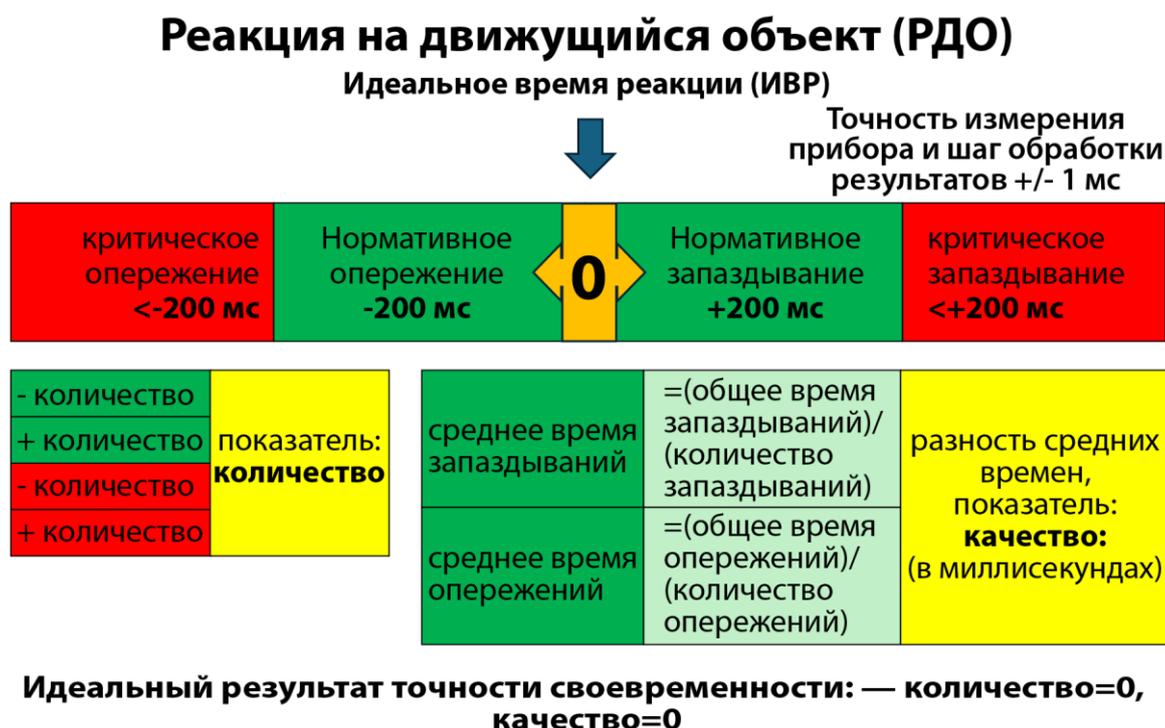


Рисунок 18 – Количественные и качественные показатели тормозного контроля в тесте «реакция на движущийся объект»

Перейдем к анализу конкретных показателей тормозного контроля теста. На рисунке 19 представлен визуальный анализ – разница в показателе «сумма попыток с нормативными реакциями» между спортсменами основного и резервного состава. Минимальное значение – 0, максимальное – 30.

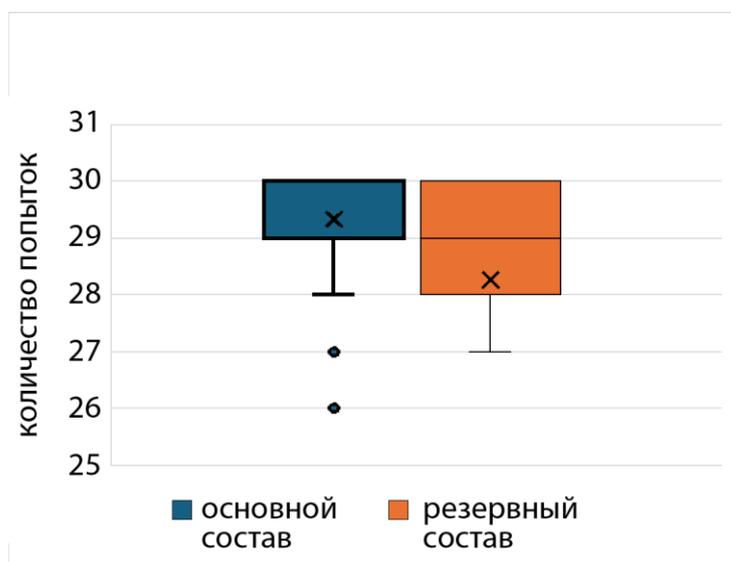


Рисунок 19 – Оценка параметров тормозного контроля боксеров основного и резервного составов – сравнение показателей «сумма попыток с нормативными реакциями» в тесте реакция на движущийся объект

Среднее количество и медиана количества нормативных реакций основного состава значительно выше, чем у резервного. Вариативность значений у основного состава меньше. Статистический анализ представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Статистический анализ параметров тормозного контроля боксеров основного и резервного составов – сравнение показателей «среднее значение количества нормативных попыток» в тесте реакции на движущийся объект

Параметр	p-значение	Вывод
количество нормативных реакций	0,028	Значимое отличие ($p < 0,05$)

Боксеры основного состава показали более высокие статистически значимые показатели тормозного контроля, что совпадает с простым сравнительным и визуальным анализом графиков средних и медианных значений. Мы доказали, что уровень безошибочности боксеров основного состава значимо выше, чем у резервного.

Чтобы определить направленность ошибок тормозного контроля, анализируем следующие два параметра. Первый – наличие критических запаздываний. Этот параметр определяется наличием одной и более критической реакции запаздывания у каждого участника. Доля боксеров основного и резервного составов, имеющих критические запаздывания, представлена на рисунке 20.

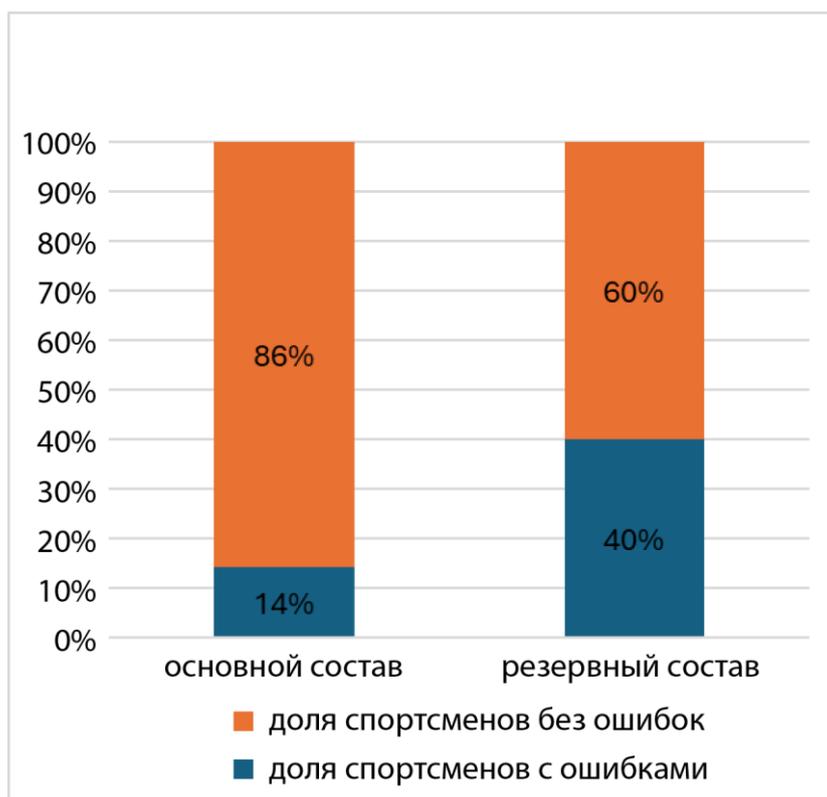


Рисунок 20 – Качественная оценка параметров тормозного контроля – доля боксеров, имеющих критические запаздывания в тесте реакция на движущийся объект: основной и резервный состав

Визуальный анализ диаграммы – уровень тормозного контроля (уровень безошибочности) боксеров основного состава значительно выше, чем у резервного состава. Основной состав: из 21 человека – 18 человек без ошибок; резервный состав: из 15 человек – 9 человек без ошибок.

Так как данные бинарные («да», «нет»), проверка на нормальность распределения невозможна. Для большей наглядности воспользуемся пропорциональным Z-тестом (таблица 21).

Таблица 21 – Оценка тормозного контроля: доли точных результатов боксеров основного и резервного состава при выполнении теста реакция на движущийся объект

Показатель	Значение
Доля критических запаздываний (основной состав)	$3/21 = 0,143$
Доля критических запаздываний (резервный состав)	$6/15 = 0,400$
Z-статистика	1,76
p-value	0,039
Статистический вывод	Различия статистически значимы ($p < 0,05$)

Методика Манна – Уитни, также пригодная для такого ряда данных, дала похожий результат p-value (0,044), что подтверждает правильность выводов.

Второй важный параметр теста реакция на движущийся объект – это критические опережения, которые определяются наличием одной и более ошибочных реакций у каждого участника (рисунок 21).

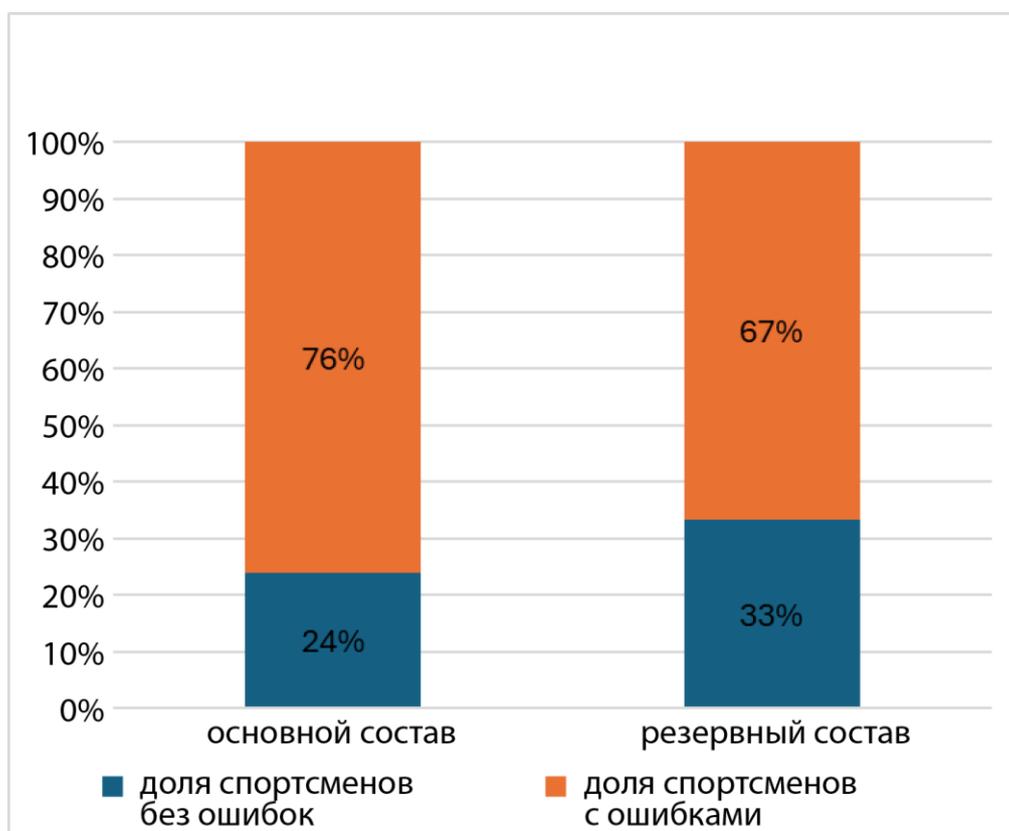


Рисунок 21 – Качественная оценка параметров тормозного контроля – доля боксеров, имеющих критические опережения в тесте реакция на движущийся объект: основной и резервный составы

Визуальный анализ диаграммы позволяет сделать вывод о том, что уровень тормозного контроля (безошибочности) боксеров основного состава незначительно выше, чем у резервного состава. Основной состав: из 21 человека – 16 человек без ошибок; резервный состав: из 15 человек – 10 человек без ошибок. Статистических отличий нет.

Ошибки запаздывания в тесте реакция на движущийся объект свидетельствует о серьезном промахе, сигнале о существенном сбое в тормозном контроле и антиципации, который в условиях реального поединка может привести к грубым ошибкам в нападении и защите, что может повлечь непоправимые последствия, вплоть до нокаута.

Предварительно, уже можно говорить, что спортсмены основного состава имеют как значимо большее число нормативных реакций, так и значимо меньшее число критических запаздываний, чем боксеры резервного состава. Баланс скорость и точность у боксеров основного состава значимо лучше.

Боксеры основного состава, возможно, также допускают меньше критических опережений, но это статистически не доказано в нашем исследовании. Применительно к поединкам это может означать, что боксеры резервного состава пропускают больше ударов в защите, и делают больше ошибок в нападении, чем боксеры основного состава, что в сочетании с более низкой скоростью удара приводит к снижению эффективности спортсмена.

Следующий показатель тормозного контроля – среднее время нормативных реакций в тесте реакция на движущийся объект. Выявлены различия только у резервного состава (рисунок 22).

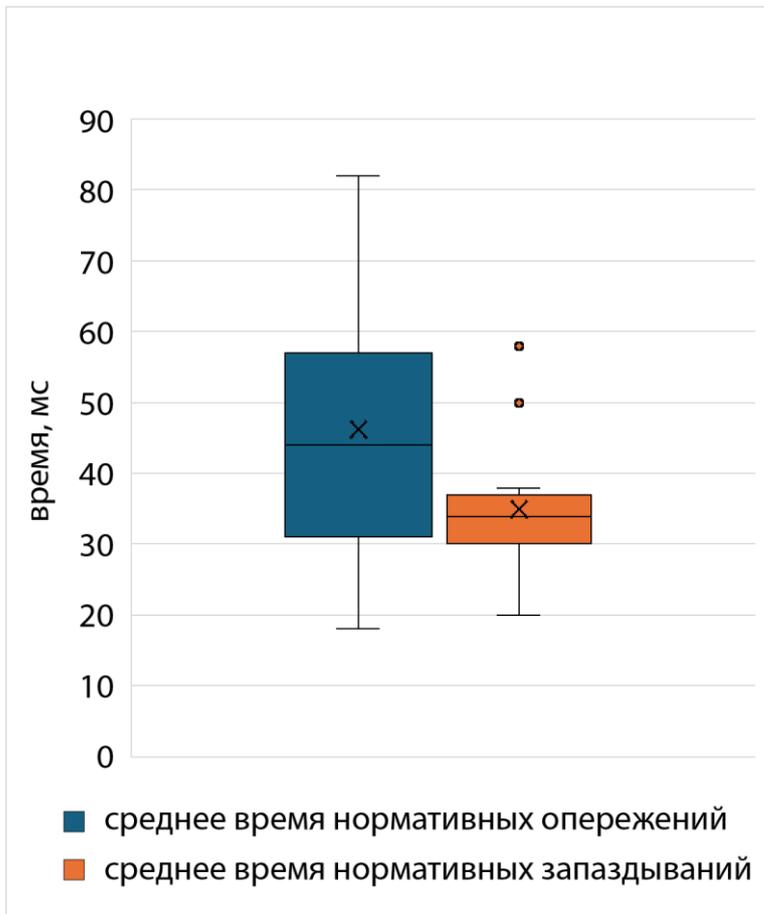


Рисунок 22 – Качественная оценка параметров тормозного контроля – сравнение показателей «среднее время нормативных реакций опережения и запаздывания» у резервного состава мужской сборной

Визуальный анализ данных – среднее время нормативных опережений заметно выше, чем среднее время запаздываний. Вариативность данных времени нормативных запаздываний существенно ниже, однако есть выбросы. В таблице 22 представлен статистический анализ.

Таблица 22 – Статистический анализ параметров тормозного контроля резервного состава сборной по боксу «время нормативных реакций в тесте реакция на движущийся объект»

Параметр	p-значение	Вывод
Время нормативных реакций	0,042	Значимое отличие ($p < 0,05$)

Боксеры резервного состава имеют значимо более высокое среднее время нормативного опережения, чем запаздывания. Это говорит о нарушении баланса тормозного контроля – наблюдается дисбаланс, который снижает эффективность

нападения и защиты, а также приводит к повышенным энергозатратам. Наряду с более низкой скоростью удара это затрудняет достижения.

Чтобы наглядно продемонстрировать различия тормозного контроля у основного и резервного состава, а также разную сбалансированность тормозного контроля между группами, мы проанализировали индивидуальную разность нормативного времени запаздывания и нормативного времени опережения по каждому боксеру и сравнили полученные результаты в группах (рисунок 23).

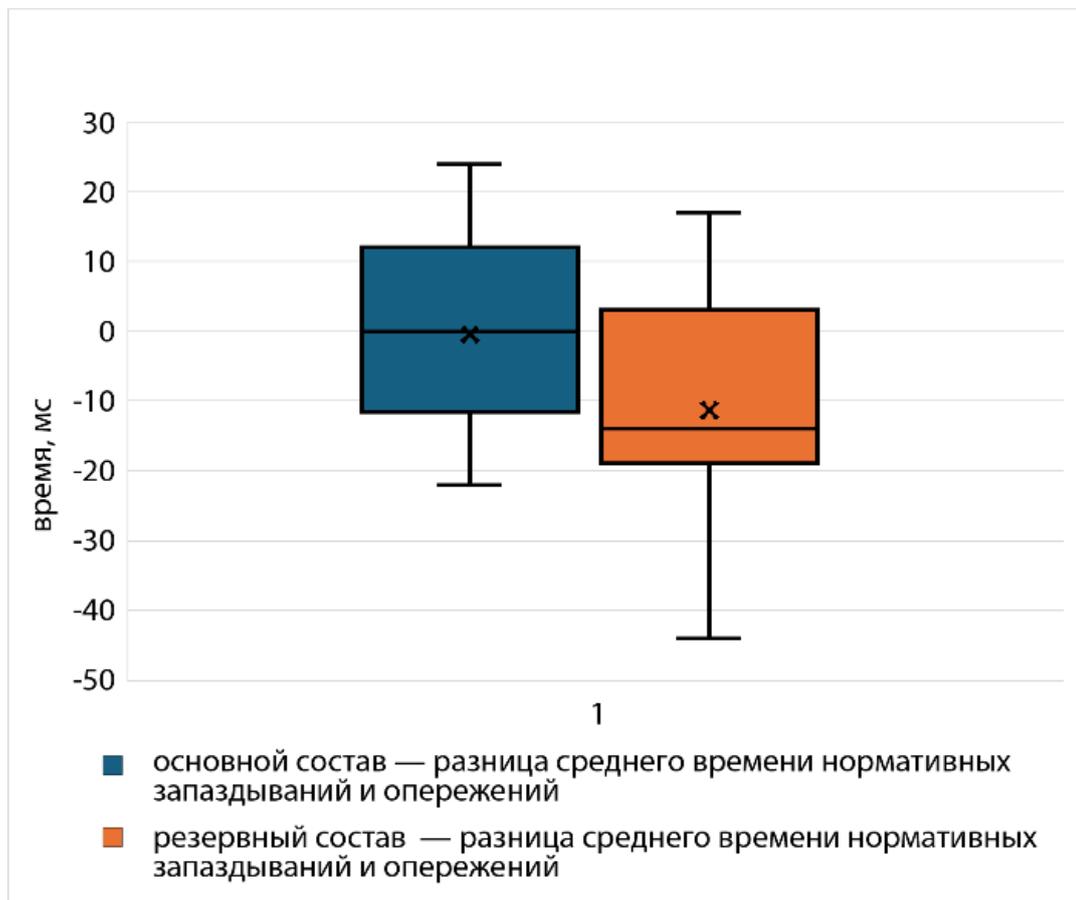


Рисунок 23 – Сравнение баланса тормозного контроля по показателям теста реакция на движущийся объект между основным и резервным составом, показатели «среднее время нормативных запаздываний и нормативных опережений»

Интерпретация данных: у основного состава боксеров лучше показатели тормозного контроля: разница средних времен запаздываний и опережений сосредоточена около нуля. Это указывает на сбалансированное распределение запаздываний и опережений. Резервный состав, показатели тормозного контроля

хуже: разница смещена в сторону отрицательных значений, что указывает на дисбаланс распределение запаздываний и опережений. Основной состав имеет меньшую асимметрию данных, медиана ближе к нулю, что говорит о более стабильном балансе. Резервный состав показывает больше отрицательных значений, что может свидетельствовать о значительных отклонениях.

Поскольку данные нормально распределены и дисперсии равны, можно использовать t-критерий Стьюдента для независимых выборок для анализа различий. Статистически доказано, что значения разницы между нормативным средним временем запаздывания и нормативным средним временем опережения различны у боксеров основного и резервного состава значимо различны ($p = 0,035$).

Это говорит о том, что психофизиологические особенности, регулирующие точность оценки выбора нужного для ситуации движения во времени, а именно показатели тормозного контроля, у спортсменов основного состава лучше. Это обеспечивает стабильность как в защите, так и в нападении. Количество времени, баланс усилий, связанных с управлением ситуацией у основного состава выше.

Чтобы перейти к количественным характеристикам и к наглядному определению направления сдвига баланса тормозного контроля, проанализируем аналогичным образом разницу между числом нормативных запаздываний и числом нормативных опережений в тесте реакция на движущийся объект.

Для этого из количества нормативных запаздываний вычтем количество нормативных опережений для каждого спортсмена и сравним полученные сводные групповые разницы (рисунок 24).

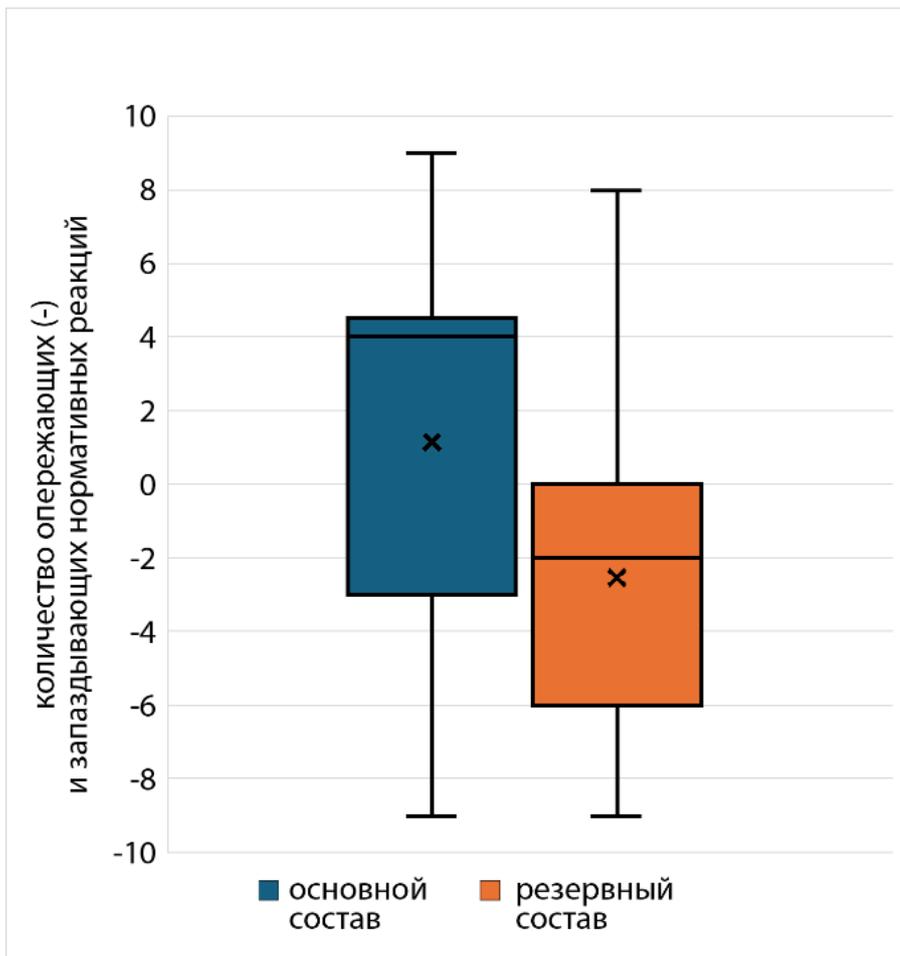


Рисунок 24 – Оценка направления сдвига баланса тормозного контроля, разница между показателями «количество нормативных запаздываний и количество нормативным опережений» у основного и резервного состава боксеров в тесте реакция на движущийся объект

Средние значения и медианы основного состава значительно выше, чем у резервного. Середина данных основного состава находится ближе к нулевому значению, также среднее значение тоже ближе к нулю, чем у резервного. Что может говорить о более равномерном распределении вокруг нулевого значения у основного состава, по сравнению с резервным составом, где наблюдается «сдвиг» данных в отрицательные значения.

Поскольку данные нормально распределены и дисперсии равны, можно использовать t-критерий Стьюдента для независимых выборок для анализа различий. Различия между средними значениями для групп являются статистически значимыми (p-значение: 0.04, при уровне значимости 0.05). Статистически доказано, что значения разницы между количеством нормативных

запаздываний и количеством нормативным опережений у боксеров основного и резервного состава значимо различны. Причем у боксеров резервного состава явный сдвиг показателей в пользу опережения.

Только двое спортсменов резервного состава из 15 показали преобладание количества нормативных запаздываний над количеством нормативных опережений. Это говорит о том, что у резервного состава наблюдается значимая тенденция к преобладанию чрезмерно опережающих действий. Подобная психофизиологическая особенность негативно сказывается на сбалансированности тормозного контроля и, как следствие, эффективности атакующих и защитных действий по сравнению с боксерами основного состава.

Чтобы проверить наши выводы, мы опросили тренерский состав и сравнили экспертную оценку с нашими расчетами. Большинство спортсменов среднего уровня, начинающие, юниоры, обладают по мнению тренеров агрессивным стилем, по сравнению с более опытными боксерами. Этот стиль соответствует больше преждевременному «старту», склонности к преждевременной антиципации, а следовательно, к сдвигу тормозного контроля в сторону опережения и скорости, с некоторой потерей точности и повышением энергозатрат. Это мнение специалистов полностью согласуется с нашими выводами. Со временем, получив опыт, многие спортсмены более вдумчиво и сбалансированно подходят к поединку, «выравнивая» свой тормозный контроль на тренировках. Сбалансированный тормозный контроль в сочетании с высокой скоростью удара приводит к успешности в боксе.

Далее перейдем к анализу возрастных особенностей исполнительных функций у боксеров спорта высших достижений (юношей и взрослых).

Из всех изученных показателей значимые отличия имели только две группы показателей: показатели психофизиологического ресурса на основе параметров теплинг-теста (таблица 23) и параметров простой зрительно-моторной реакции (таблица 24).

Таблица 23 – Статистический анализ параметров психофизиологического ресурса на основе показателей теппинг-теста, у мужчин и юношей – боксеров

Показатели психофизиологического ресурса	Группа	Значение	Статистика
Индекс моторной устойчивости	Мужчины	-2,48	$p = 0,0028$; Cohen's $d = -0,71$
Индекс моторной устойчивости	Юноши	-3,50	Различия статистически значимы
Теппинг-тест (сумма касаний, правая + левая рука)	Мужчины	197,1	$p = 0,91$
Теппинг-тест (сумма касаний, правая + левая рука)	Юноши	196,4	Различий не выявлено

Таблица 24 – Статистический анализ параметров психофизиологического ресурса на основе показателей простой зрительно-моторной реакции у мужчин и юношей – боксеров

Показатель психофизиологического ресурса	Взрослые	Юноши	Статистика
Медианное время реакции, мс	200,1	217,4	$p = 0,006$; Cohen's $d = 0,69$

Показатели теппинг-теста позволяют оценить, как объем двигательного ресурса (сумма касаний теппинг-платформы обеих рук за отведенное время), так и способность поддерживать устойчивость темпа в условиях нарастающей утомляемости (индекс моторной устойчивости). В данном случае наблюдается примечательное сочетание: при сравнимом общем количестве движений, то есть при сопоставимом моторном потенциале, юноши демонстрируют более выраженное падение темпа во второй половине серии, что проявляется в более отрицательном значении индекса моторной устойчивости (рисунок 25).

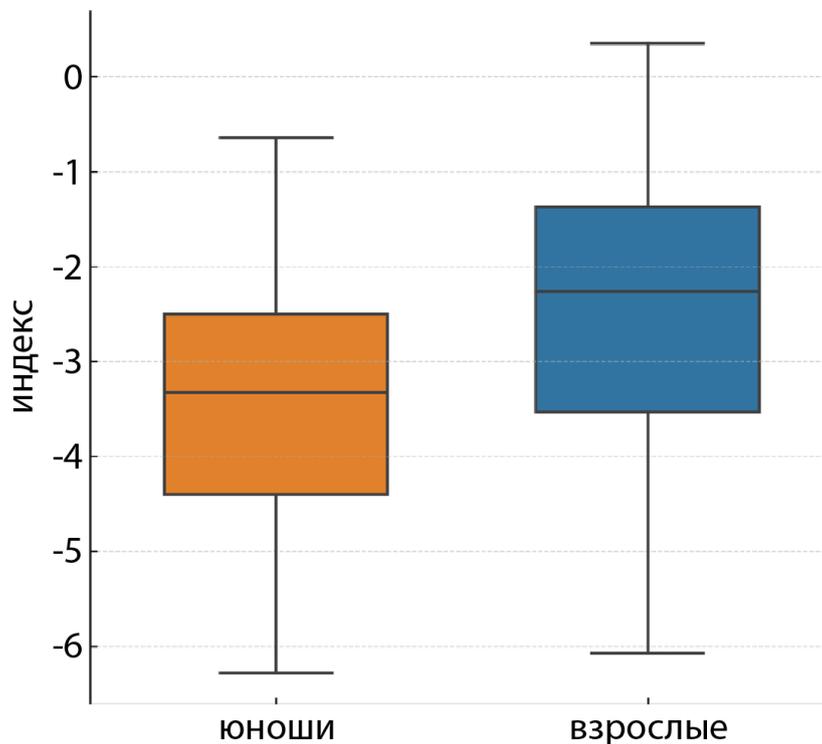


Рисунок 25 – Индекс моторной устойчивости боксеров взрослой и юношеской сборной

Таким образом, можно говорить об особенностях психофизиологического ресурса юных спортсменов – нарушении баланса между стартовым темпом и регуляторной устойчивостью. Они способны мобилизовать достаточный объем моторной активности в начале деятельности, но механизмы поддержания ритма и компенсации утомления у них еще не сформированы в полной мере. Это может быть следствием как психофизиологической незрелости, так и меньшего опыта длительной работы в высоком темпе.

У мужчин, напротив, наблюдается сбалансированное сочетание интенсивности и устойчивости – моторный объем сохраняется на аналогичном уровне, но темп спада активности при утомлении значительно ниже. Это соответствует ожидаемому уровню психофизиологического ресурса.

Такое расхождение между «интенсивностью» и «устойчивостью» особенно ценно с точки зрения дифференциальной диагностики. Оно демонстрирует, что простой количественный показатель (сумма касаний теппинг-платформы во время

теста) может отражать существенные различия в регуляторной стабильности, что делает индекс моторной устойчивости более чувствительным индикатором уровня подготовки и психофизиологической зрелости. Взрослые спортсмены обладают значимо большим индексом моторной устойчивости, чем юноши.

Еще один показатель психофизиологического резерва – «медианное значение времени простой зрительно-моторной реакции». Это базовый показатель сенсомоторной скорости, в значительной степени определяемый зрелостью подкорково-кортикальных связей и скоростью передачи возбуждения. Результаты показывают, что взрослые боксеры демонстрируют быстрее реакцию, на ~17 мс в среднем быстрее, чем юноши (рисунок 27); различие статистически значимо ($p < 0,01$), эффект размера – достаточно выраженный ($d \approx 0,69$); это может свидетельствовать о более зрелом состоянии сенсомоторной системы, а также о большем опыте адаптации к боевым ситуациям, требующим мгновенной реакции на зрительный сигнал.

Такая разница подтверждает, что время реакции – не только возрастной, но и профессионально-модифицируемый параметр. Хотя время простой зрительно-моторной реакция считается мало вариативным показателем, его чувствительность к профессиональному опыту и психофизиологической зрелости сохраняется и на пике подготовки юношей к взрослым соревнованиям.

Таким образом, данный показатель может служить надежным прокси-показателем готовности к работе в условиях визуального давления и стресса, что имеет особую ценность для видов спорта, где доли секунды определяют исход поединка.

Взрослые спортсмены демонстрируют статистически значимо более быструю реакцию и на световой стимул по сравнению с юношами ($p = 0,006$), что отражает более зрелую и автоматизированную сенсомоторную регуляцию. Рисунок 26 иллюстрирует медиану, межквартильный размах и распределение индивидуальных значений в каждой группе.

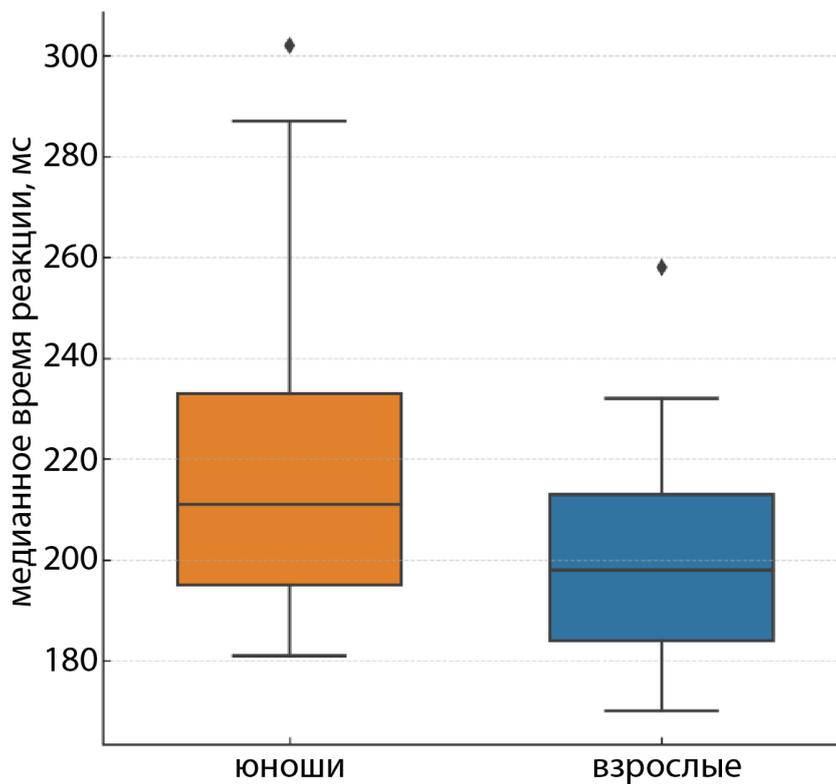


Рисунок 26 – Оценка психофизиологического ресурса: сравнение показателей «медианное время простой зрительно-моторной реакции» боксеров взрослой и юношеской сборной

Показатели реакции на движущийся объект у юношей схожи с параметрами боксеров резервного состава, юноши также как и более молодые и менее опытные члены взрослой сборной (резервный состав) склонны к большей импульсивности и преждевременному старту, что подтверждает предположение, что особенности тормозного контроля помимо индивидуальных различий, зависят от возраста, полученного опыта и количества тренировок.

Результаты настоящего исследования подтверждают, что основные компоненты исполнительных функций – включая тормозный контроль – в целом достигают зрелого уровня уже к 15–16 годам. Это согласуется с ранее полученными нами данными на выборке школьников, где показатели реактивности, устойчивости, точности и контроля у мальчиков были сравнимы с аналогичными значениями у взрослых.

Анализ межгрупповых различий между юношами и взрослыми спортсменами показал, что наиболее выраженные статистически значимые эффекты наблюдаются в показателях, отражающих состояние психофизиологического ресурса. К их числу относятся простые сенсомоторные реакции, а также показатели, отражающие утомляемость и моторную продуктивность.

Эти показатели преимущественно опираются на базовые, низкоуровневые психофизиологические механизмы, а также динамическую форму тормозного контроля, включая: латентные периоды прохождения сигнала по сенсомоторной дуге, периферические характеристики мышечной реакции, нейромышечную выносливость и темповую регуляцию на фоне утомления.

В то же время показатели, тесно связанные с ключевыми компонентами исполнительных функций – когнитивной гибкостью, рабочей памятью, демонстрируют наименьшие различия между возрастными группами, как по средней выраженности, так и по размерам эффекта. Это позволяет предположить, что функциональная зрелость исполнительных процессов уже достигнута к возрасту 15 лет, и дальнейшие изменения носят скорее индивидуальный или профессионально-специфический характер, чем возрастной.

Таким образом, можно заключить, что различия между юношами и взрослыми в большей степени отражают особенности периферической и автоматизированной моторной регуляции, в то время как высокоуровневые произвольные регуляторные механизмы (исполнительные функции) оказываются относительно стабильными и зрелыми уже в подростковом возрасте.

Следовательно, возраст 15 лет может рассматриваться как реперная точка функциональной зрелости системы исполнительного контроля, позволяющая использовать взрослые нормативы для оценки когнитивной эффективности в прикладных задачах.

Далее проанализируем половые различия исполнительных функций у боксеров-мужчин и боксеров-женщин. Анализ различий между мужчинами и женщинами в рамках профессионального спорта, в частности бокса, не является

простой констатацией очевидного. Он имеет целый ряд методологических, прикладных и нормативных оснований и охватывает как психофизиологическую, так и социально-профессиональную плоскость [368].

Современные методы психофизиологической диагностики, особенно в высокострессовых видах деятельности, нуждаются в отдельной валидации по полу. Это критически важно для оценки индивидуального уровня готовности, интерпретации отклонений от нормы, прогнозирования функционального резерва и утомляемости, калибровки психофизиологических шкал и нормативов.

Без учета половых различий возможны системные ошибки – как завышенная тревожность по поводу «низких» показателей у женщин, так и ложная уверенность при интерпретации результатов мужчин.

Несмотря на формальное равенство условий тренировок и отбора, мужчины и женщины могут демонстрировать разные механизмы психофизиологической регуляции, связанные с различными особенностями: нейрогормональными; индивидуальным стилем внимания и торможения, реактивностью и устойчивостью в сенсомоторных задачах. Различия могут проявляться не в «средних» значениях показателей тестов, а в структуре ошибок, в вариабельности реакций, в сочетании скорости и точности – то есть в самом стиле психофизиологического реагирования.

Оценка скоростных показателей движений рук (удара по боксерской груше) в миллисекундном диапазоне у мужчин и женщин-боксеров показала, что среднее значение и медиана скорости удара у мужчин существенно выше, данные не пересекаются даже в крайних точках диапазона (наивысшие у женщин с наиболее низкими у мужчин). Различия значимы $p < 0,0001$, выбросы отсутствуют (рисунки 27, 28).

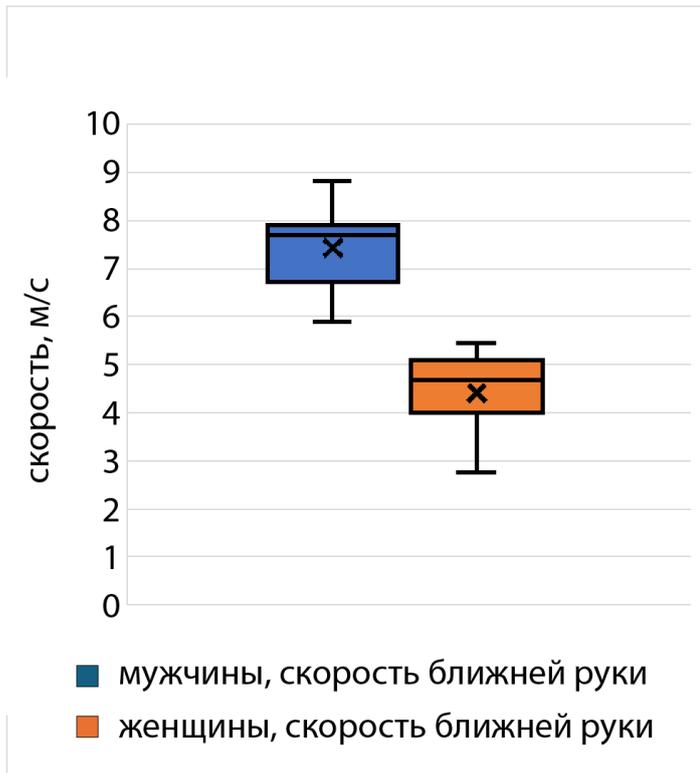


Рисунок 27 – Сравнение скоростных показателей движений рук (удара по боксерской груше ближней рукой) у мужчин и женщин-боксеров (мс)

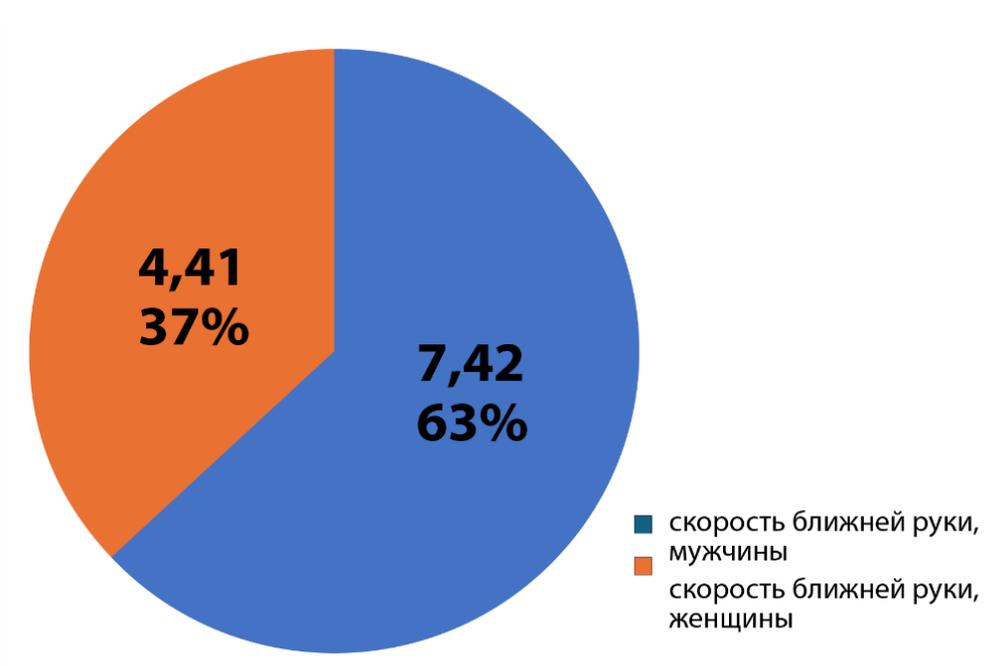


Рисунок 28 – Сравнение сенсомоторных показателей движений рук (скорость удара по боксерской груше ближней рукой) у мужчин и женщин-боксеров (круговая диаграмма)

Вывод: различия между средними значениями для групп являются статистически значимыми (при уровне значимости 0,05).

Скорость удара ближней руки у боксеров-мужчин существенно выше этого показателя у женщин. Даже самая быстрая женщина не может сравниться с самым «медленным» мужчиной в боксе высших достижений.

Абсолютная разница в средней скорости удара ближней руки мужчин и женщин составляет 3 м/с. Это примерно скорость замаха в теннисе и волейболе, баскетболе, в боксе. Также в боксе – это скорость «легких» ударов – отвлекающих, обманных, разведочных. Таким образом, мужчины в боксе на целый двигательный элемент быстрее женщин.

Ключевым критерием для достижения успешности в нападении в боксе высших достижений является скорость удара. Значимость очевидна и статистически доказана. Также доказано явное значимое преимущество у мужчин, по сравнению с женщинами. Полученные выводы можно применять при формировании жесткости критерий допуска спортсменов к ответственным соревнованиям и, в целом, для предотвращения травматизма при проведении поединков на любом уровне.

Далее перейдем к анализу особенностей исполнительных функций мужчин и женщин боксеров национальной сборной. Первые показатели, который продемонстрировали значимую разницу – это показатели рабочей памяти и тормозного контроля в тесте сложная зрительно-моторная реакция. В исследовании боксеров она измерялась в двух параметрах (таблица 25).

Таблица 25 – Статистический анализ показателей медианного времени и количества ошибок в сложной зрительно-моторной реакции у мужчин и женщин – боксеров

Показатель	Мужчины	Женщины	Статистика
тормозного контроля			
Медианное время реакции, (мс)	357,3	402,4	p = 0,015; Cohen's d = 0,78
Общее количество ошибок)	4,35	2,63	p = 0,048; Cohen's d = 0,67

Результаты демонстрируют четкую и реплицируемую тенденцию: мужчины реагируют быстрее, но с большим числом ошибок, в то время как женщины проявляют более высокую точность при умеренном снижении скорости. Такая закономерность уже наблюдалась нами в ранее описанных выборках – школьников и взрослых представителей различных профессий, включая «когнитивно нагруженные» и «стандартизированные» рабочие контексты (рисунок 29).

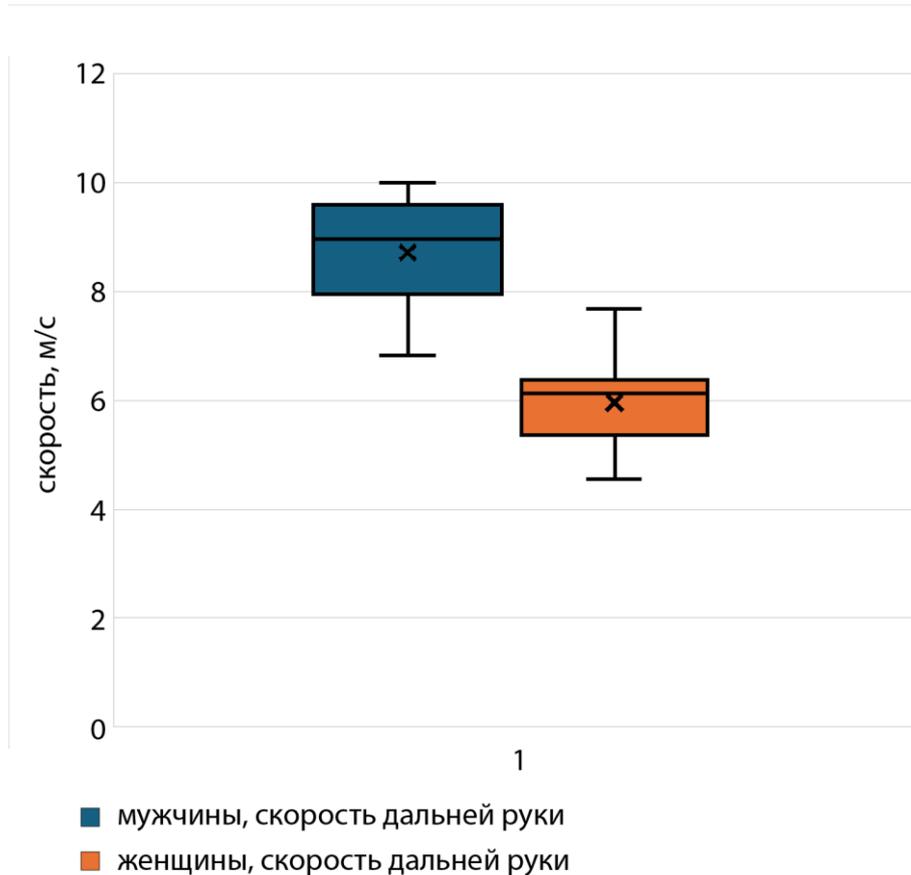


Рисунок 29 – Сравнение показателей тормозного контроля боксеров основного состава мужской и женской сборной, показатель «медианное время сложной зрительно-моторной реакции»

Это позволяет говорить не столько о различии уровня тренированности, сколько о стиле психофизиологической регуляции, который может быть частично связан с полом, но в то же время проявляться у людей разных возрастов и профессий в структурно близких формах.

Мужчины демонстрируют статистически более быструю реакцию по сравнению с женщинами ($p = 0,015$; $d = 0,78$). Разница свидетельствует о различии в стиле когнитивной регуляции: у мужчин преобладает импульсивно-динамическая

стратегия реагирования, у женщин – более осторожная и точная. Это не свидетельствует о превосходстве одной группы над другой, а отражает две функциональные модели психофизиологической регуляции поведения – одна ориентированная на результат (быстрее, но с риском), вторая – ориентированная на процесс (вдумчивее, но медленнее).

В условиях жесткой и быстрой соревновательной динамики, как в боксе, обе стратегии могут быть адаптивными, в зависимости от тактики, уровня автоматизации навыков и структуры поединка.

Аналогичная картина наблюдалась у школьников, где мальчики показывали более быстрые, но менее точные отклики по сравнению с девочками. Таким образом, можно предположить наличие стабильного паттерна реагирования, который формируется с подросткового возраста, сохраняется во взрослой жизни, модулируется видами деятельности и условиями профессионального отбора, но не устраняется полностью.

Анализ показателей тормозного контроля – ошибок в сложной зрительно-моторной реакции у мужчин и женщин представлен на рисунке 30.

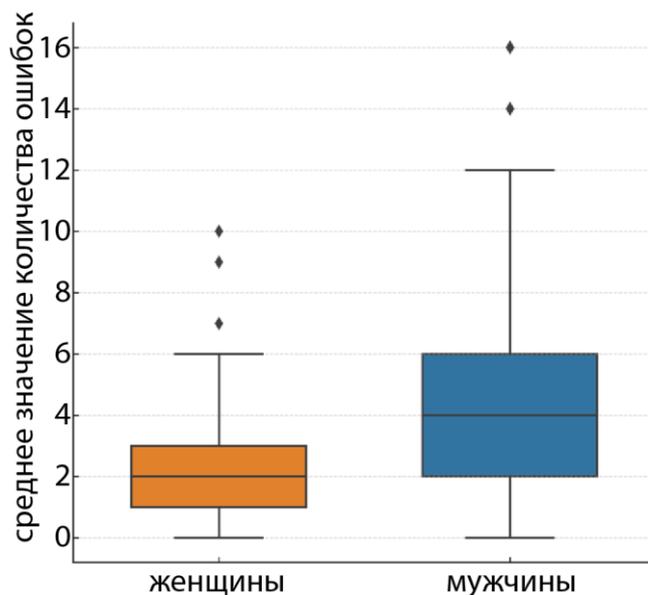


Рисунок 30 – Сравнение показателей тормозного контроля «среднее значения количества ошибок в сложной зрительно-моторной реакции» у боксеров основного состава мужской и женской сборной

Среднее количество ошибок при выполнении задачи на сложную зрительно-моторную реакцию. Мужчины демонстрируют большее число ошибок по сравнению с женщинами ($p = 0,048$; $d = 0,67$), несмотря на более быстрое время реакции, что подтверждает наличие компромисса между скоростью и точностью в стратегиях психофизиологической регуляции.

Когнитивная гибкость оценивалась с помощью интегрального показателя «индекс отношения простой и сложной зрительно-моторной реакции (ПЗМР/СЗМР)», который представляет собой отношение медианного времени простой зрительно-моторной реакции к медианному времени сложной реакции. Он отражает уровень когнитивной гибкости: чем ближе индекс к 1, тем меньше различие между простой и сложной реакцией, что может указывать на более устойчивую моторную программу, низкий уровень переключения между режимами или ограниченную активацию исполнительного контроля. Выявленные различия позволяют предположить, что у мужчин либо сложная реакция выполняется с минимальным вовлечением дополнительных регуляторных механизмов, близко к тому же уровню, что и простая, либо имеется тенденция к снижению когнитивной гибкости, что приводит к «сглаживанию» разницы между реакциями разной сложности (таблица 26).

Таблица 26 – Статистический анализ результатов оценки когнитивной гибкости у мужчин и женщин боксеров – индекс отношения простой и сложной зрительно-моторной реакции

Показатель	Мужчины	Женщины	Статистика
Среднее значение показателя индекс отношения простой и сложной зрительно-моторной реакции	0,6	0,55	$p = 0,0042$; Cohen's $d = 0,687$

Женщины, напротив, демонстрируют более дифференцированное выполнение задач, то есть сложная реакция действительно требует от них больше времени, что, в свою очередь, может отражать более активную вовлеченность исполнительных процессов, в том числе когнитивной гибкости.

Показатель ПЗМР/СЗМР, отражающий особенности когнитивной гибкости, неоднократно становился одним из наиболее чувствительных и воспроизводимых индикаторов успешности во всех частях исследования. Таким образом, показатель ПЗМР/СЗМР подтверждает свою стабильную диагностическую ценность, демонстрируя устойчивые различия между группами с различным когнитивным и регуляторным профилем, включая половые различия (рисунок 31).

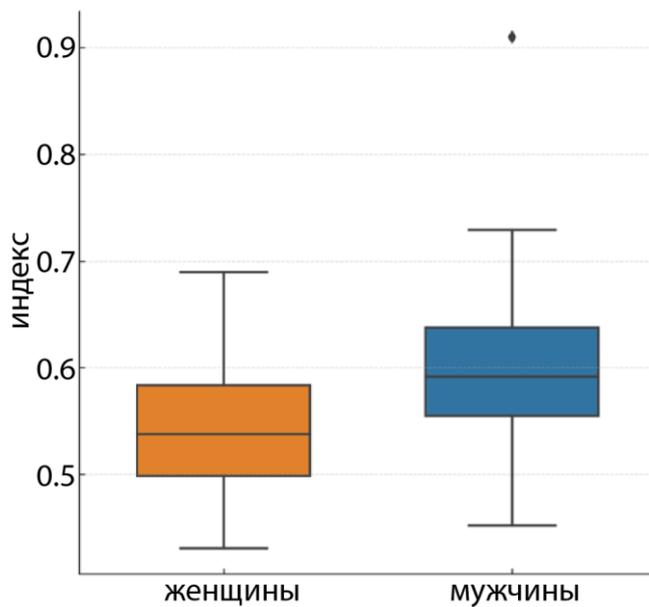


Рисунок 31 – Сравнение показателя когнитивной гибкости боксеров мужской и женской сборной «индекс простой зрительно-моторной реакции к сложной зрительно-моторной реакции»

Можно предположить, что это различие отражает разные стратегии психофизиологической регуляции: более цельная, возможно, автоматизированная стратегия психофизиологической регуляции у мужчин, более нюансированная, с отчетливым разделением между условиями разной сложности – у женщин. Такая разница может быть адаптивной в зависимости от контекста: в условиях высокой скорости принятия решений «сглаженность» реакции может играть положительную роль, тогда как в условиях тактической точности – ценится дифференциация.

В контексте бокса метрика ПЗМР/СЗМР приобретает особую значимость, поскольку отражает настройку психофизиологических ресурсов на предельную

готовность к действию вне зависимости от сложности стимула. Более высокое значение индекса у мужчин может свидетельствовать о поведенческой стратегии, ориентированной на минимизацию задержки реагирования, даже в условиях, требующих выбора и торможения. Это соответствует агрессивному, реактивному стилю ведения боя, где приоритет отдается скорости и автоматизму, а не когнитивной переработке стимула. Женский стиль, напротив, может предполагать более выраженную фазу оценки ситуации перед действием, что может быть преимуществом в тактическом, оборонительном бою.

Далее перейдем к сравнению показателей тормозного контроля в тесте «реакция на движущийся объект». Средние значения: мужчины – 43,5 мс, женщины – 50,0 мс. Мужчины демонстрируют меньшее среднее значение отклонения от нормативной зоны, что может указывать на: более узкий диапазон вариации реакций («коридор реакций»), высокую динамическую точность – способность точно соотнести момент действия со скоростью движения стимула, и, возможно, на более эффективно функционирующий динамический тормозный контроль – регуляцию момента отклика в условиях движения и ожидания. Результаты представлены на рисунке 32.

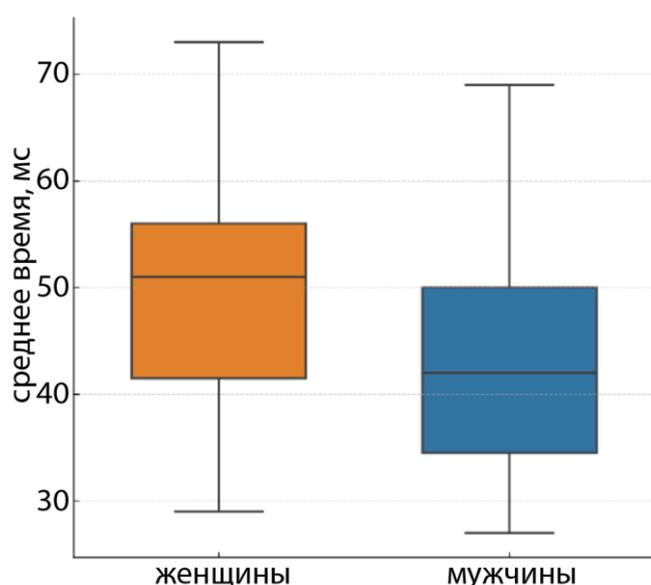


Рисунок 32 – Сравнение показателей тормозного контроля показателя «среднее время реакции запаздываний и опережений в реакции на движущийся объект» у мужчин и женщин боксеров сборных основного состава

Сокращение амплитуды запаздываний и опережений свидетельствует о том, что спортсмен способен гибко модулировать момент моторного отклика, не действуя слишком рано или поздно. Это особенно критично в боксе, где требуется не просто быстрое, а своевременное реагирование.

Различия в данном показателе между мужчинами и женщинами подтверждает, что способность к точной синхронизации движений с внешними событиями – это не только функция сенсомоторной скорости, но и тормозного контроля во времени, обеспечивающего удержание реакции до оптимального момента.

Выше мы обсуждали, что мужчины проявляют более импульсивный стиль в задачах выбора, но в задаче на движущийся объект, напротив, они демонстрируют более точное управление моментом реакции, без чрезмерного ускорения и запаздывания. Это может отражать особый профиль психофизиологической регуляции: высокая скорость – в условиях выбора; высокая точность – в условиях движения.

В контексте бокса этот показатель приобретает особую значимость, поскольку отражает способность точно синхронизировать действия с движением соперника. В условиях боя недостаточно просто быстро реагировать – важно сделать это в нужный момент, с учетом скорости и направления атаки. Более узкий «коридор реакций» у мужчин может свидетельствовать о высоком уровне динамической точности и развернутом тормозном контроле, позволяющем сдерживать преждевременные отклики до оптимального момента – что критически важно в элитном боксе, где одна ошибка во времени может стоить победы.

Показатель отражает точность синхронизации моторного отклика с движущимся стимулом. Мужчины демонстрируют меньшее среднее значение временной ошибки по сравнению с женщинами (мужчины: 4,5 мс; женщины: 50,0 мс), что указывает на более узкий диапазон реакций и высокую динамическую точность. Различия статистически значимы ($p = 0,026$; $d = 0,62$), что свидетельствует о умеренно выраженном эффекте. Эти данные могут отражать

более развитый тормозный контроль во времени – способность удерживать моторный отклик до оптимального момента.

Для оценки психофизиологических характеристик моторной регуляции у боксеров была проведена серия теппинг-тестов с анализом двух показателей: суммарного количества касаний правой и левой рукой (моторная продуктивность), и индекса моторной устойчивости – параметра, отражающего снижение темпа по мере выполнения задачи. Результаты представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Статистический анализ результатов оценки показателей психофизиологического ресурса у мужчин и женщин боксеров – теппинг-тест

Показатель	Мужчины	Женщины	Статистика
Сумма касаний	370,9	382,5	$p = 0,124$; Cohen's $d = -0,37$
Индекс моторной устойчивости	-2,48	-3,38	$p = 0,0219$; Cohen's $d = 0,51$

Женщины в среднем выполнили 382,5 касания, а мужчины – 370,9, однако это различие не достигло статистической значимости ($p = 0,124$), и эффект размера был небольшим (Cohen's $d = -0,37$). Таким образом, объем выполненной моторной работы можно считать сопоставимым между группами.

Однако различия по индексу моторной устойчивости оказались статистически значимыми: мужчины показали меньшее снижение темпа по ходу теста (среднее значение $-2,48$), в то время как у женщин темп снижался сильнее (среднее значение $-3,38$). Различие подтверждено по t-критерию ($p = 0,0219$), и сопровождается умеренно выраженным эффектом размера (Cohen's $d = 0,51$).

Несмотря на то, что женщины продемонстрировали чуть более высокий объем моторной активности, мужчины оказались значимо более устойчивыми во времени, то есть способными сохранять равномерный ритм без выраженного падения скорости (рисунок 33).

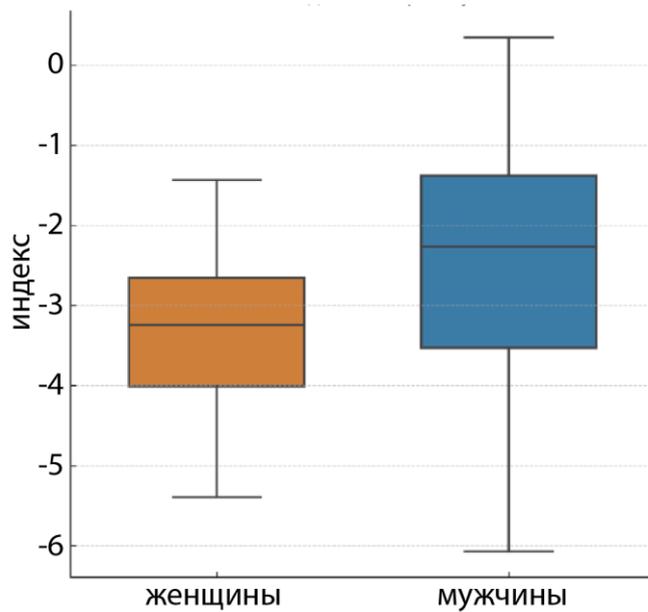


Рисунок 33 – Сравнение показателей психофизиологического ресурса «индекс моторной устойчивости в теппинг-тесте» у спортсменов мужской и женской сборной

Это наблюдение позволяет трактовать показатели психофизиологического ресурса, как отражение разных стратегий регуляции деятельности: женщины – с ярко выраженной активацией в начале и более заметной утомляемостью, мужчины – с более равномерным распределением усилий и меньшей деградацией моторного контроля. Полученные результаты согласуются с ранее описанными различиями между юношами и взрослыми спортсменами, подтверждая диагностическую чувствительность индекса моторной устойчивости к зрелости и устойчивости регуляторных механизмов.

Выводы по главе 3

Проведенное экспериментальное исследование позволило уточнить особенности возрастных изменений параметров исполнительных функций и психофизиологического ресурса в связи с успешностью в учебной, профессиональной и спортивной деятельности на выборке 7–40 лет.

Особенностью исследования был анализ 161 показателя исполнительных функций и психофизиологического ресурса. Показатели были сведены к ограниченному количеству интегральных параметров, отражающих связь особенностей исполнительных функций и психофизиологического ресурса с успешностью в учебной и профессиональной деятельности.

Были подтверждены и детализированы данные о половых различиях, касающихся психофизиологического ресурса. Мужская стратегия психофизиологического регулирования направлена на скорость и максимальную краткосрочную результативность (спринтер). В сложных задачах эта стратегия влечет за собой рост количества ошибок, особенно в детском и подростковом возрасте, указывая на недостаточность тормозного контроля и нарушение баланса тормозного контроля в сторону скорости при дефиците точности.

Женская стратегия ориентирована на точность и устойчивость выполнения (стайер). В сложных задачах женщины и девочки демонстрируют более развитый тормозный контроль и когнитивную гибкость. Женская стратегия ориентирована на долговременную устойчивость, снижение количества ошибок и сохранение моторного ресурса, даже ценой умеренного снижения скорости.

Однако был выявлен определенный тип сенсомоторной задачи, в которой участники мужского пола демонстрируют оптимальный баланс между высокой

скоростью и точностью реакций – это реакция на движущийся объект. В этом тесте мужчины превосходят женщин по всем показателям качества тормозного контроля во всех возрастных группах. Это отражает закономерности эволюционного развития человека как биологического вида.

Были подтверждены и расширены данные о том, что до 15 лет девочки опережают мальчиков в развитии исполнительных функций, что может свидетельствовать о более раннем функциональном созревании соответствующих структур головного мозга. Было установлено, что наиболее активное развитие компонентов исполнительных функций происходит в возрасте до 14-15 лет, с последующим замедлением и стабилизацией к 16 годам. Качество исполнительных функций у участников мужского и женского пола постепенно растет до 30 лет, после чего достигает плато. Изучение дальнейших изменений показателей с возрастом требуют более возрастной выборки.

Далее изучалось, будут ли показатели исполнительных функций и психофизиологического ресурса предопределять успешность в учебной деятельности. Параметром исполнительных функций, показавшим наиболее устойчивую и статистически значимую связь с учебной успешностью у школьников обоих полов во всех возрастных группах, оказалось качество тормозного контроля. Показатели рабочей памяти и когнитивной гибкости также влияют на успешность в обучении, но уступают тормозному контролю по своему вкладу.

Было установлено, что у девочек более высокие показатели успеваемости в школе по сравнению с мальчиками на протяжении всего обучения. Период, когда мальчики догоняют девочек по успеваемости приходится на возраст 15–16 лет, когда развитие исполнительных функций достигло определенных показателей.

Анализ показателей выборки молодых взрослых, успешных в профессиональной деятельности, показал, что для людей с высшим образованием характерны высокие показатели когнитивной гибкости и рабочей памяти. Также было показано, что успешность в определенных видах профессиональной деятельности, не требующих высшего образования, предопределяется

показателями психофизиологического ресурса. Эта часть исследования была пилотной, требуется продолжение исследования на более крупной выборке.

Результаты исследования спортсменов высокой квалификации показали, что боксеры основного и резервного состава национальной сборной различаются по показателям исполнительных функций и особенностям психофизиологического ресурса – сенсомоторной регуляции движения (скорость ударного движения руки). Наиболее выраженные различия выявлены в показателях тормозного контроля в задаче реакции на движущийся объект.

Для женщин-боксеров национальной сборной по сравнению с мужчинами характерны более высокие показатели тормозного контроля и когнитивной гибкости, что соответствует половым особенностям исполнительных функций, полученным на всей выборке. Выявлены также половые различия показателей психофизиологического ресурса также сходные с общей выборкой.

Возрастные закономерности развития исполнительных функций у боксеров также совпадают с показателями, полученными на общей выборке: к возрасту 15 лет юноши-боксеры достигают уровня развития исполнительных функций взрослых спортсменов. Однако было установлено, что юноши уступают взрослым спортсменам по показателям психофизиологического ресурса, связанным со способностью длительно поддерживать интенсивную деятельность.

Таким образом, нам удалось доказать, что успешность в учебной, профессиональной и спортивной деятельности предопределяется определенными показателями исполнительных функций и психофизиологического ресурса, но для прогноза успешности необходимо учитывать половозрастные особенности и особенности профессиональной или учебной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Психофизиологические показатели исполнительных функций потенциально влияющие на успешность в учебной и профессиональной деятельности имеют возрастную и половую специфику. Наиболее информативными показателями, оценивающими возрастные закономерности развития исполнительных функций и успешность деятельности оказались показатели тестов: сложная зрительно-моторная реакция на световую комбинацию (тормозный контроль, рабочая память); динамический сенсомоторный тест (когнитивная гибкость); интегральный показатель отношения времени реакции в сложной и простой задачах (когнитивная гибкость) и реакция на движущийся объект (тормозный контроль).

2. Было установлено, что тормозный контроль у участников всех возрастных групп связан не только с количеством ошибок, но и с их спецификой (отсутствие моторного ответа; ошибочный ответ, опережающий ответ или запаздывающий); также значимыми коррелятами тормозного контроля оказались интегральные показатели, оценивающие баланс между временем реакции, количеством ошибок и их спецификой. Установлено, что показатели сенсомоторных коррелятов тормозного контроля у взрослых продолжают расти до 30 лет, после чего возникает плато. Это может быть связано с завершением миелинизации префронтальной коры.

3. Возрастные закономерности развития исполнительных функций проявляются в том, что различия в тормозном контроле между мальчиками и девочками наблюдаются до 15 лет. До этого времени у девочек тормозный контроль формируется раньше. Такие различия могут объясняться более выраженными

изменениями исполнительных функций у мальчиков по сравнению с девочками в пубертатный период.

4. Баланс между скоростью и точностью, который связан с возрастными изменениями тормозного контроля, различается у мужчин и женщин. Для участников мужского пола характерна скоростная стратегия, которая приводит к увеличению количества ошибок разных типов; для участниц женского пола в большей степени характерна стратегия, связанная с увеличенным временем реакции, запаздывающими ответами, но меньшим количеством отсутствующих или ошибочных ответов.

5. Эффективными инструментами оценки возрастных изменений рабочей памяти оказались показатели сложной сенсомоторной реакции на цветовую комбинацию, тогда как показатели более простого теста на сложную сенсомоторную реакцию, которые применяются в большинстве исследований, были менее точны. Показателем успешности обучения школьников стали высокие интегративные показатели сложной сенсомоторной реакции на световую комбинацию. Также показано, что у участниц женского пола всех возрастов меньше ошибок, чем у участников мужского пола. Это может быть связано с более ранним функциональным созреванием мозга девочек.

6. Показатели динамического сенсомоторного теста, отражающие возрастные изменения когнитивной гибкости и способности к адаптации реакций к динамически изменяющимся условиям выше у представителей профессий, требующих высшего образования (врач, психолог, логопед).

7. Психофизиологические особенности когнитивной гибкости наиболее полно выявляются с помощью анализа показателей динамического сенсомоторного теста и интегративных показателей сложной сенсомоторной реакции на световую комбинацию. По показателю когнитивной гибкости и его связи с успешностью нет различий между участниками мужского и женского пола.

8. Успешность боксеров-мужчин, достигших уровня национальной сборной, определяется как сформированным тормозным контролем, так и скоростью и точностью удара по цели. Успешность женщин-боксеров спорта высших

достижений определяется преобладанием точности удара по цели над его скоростью. Это может свидетельствовать о стратегии, уменьшающей риск у спортсменов.

9. Для боксеров-юношей характерны как общие возрастные закономерности развития исполнительных функций в онтогенезе, так и специфические сенсомоторные корреляты исполнительных функций, обуславливающие высокие достижения именно в боксе. Наиболее прогностически значимым показателем оказалась реакция на движущийся объект в совокупности с оценкой скорости удара.

10. Показатели простых сенсомоторных реакций и теппинг-теста отражают качество психофизиологического ресурса, который является фундаментом для высших уровней исполнительного контроля. В исследованной выборке показатели психофизиологического ресурса в большей степени влияют на успешность в спорте и профессиях, не требующих высшего образования.

11. У лиц женского пола параметры психофизиологического ресурса, связанные с выносливостью в условиях повышенной моторной нагрузки, выше, чем у лиц мужского пола, особенно в возрасте 11–17 лет. Это может быть связано с тем, что мужчины склонны выполнять деятельность с максимальной интенсивностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило комплексно рассмотреть исполнительные функции как универсальный психофизиологический механизм, определяющий успешность человека в учебной, профессиональной и спортивной деятельности. Полученные результаты подтвердили ключевую роль исполнительных функций в регуляции целенаправленного поведения, планировании, торможении неадекватных реакций и адаптации к изменяющимся условиям. В данной работе акцент был сделан на анализе 160 объективных психофизиологических показателей, полученных в результате инструментальной оценки, что позволило существенно повысить точность и воспроизводимость выводов.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые в отечественной практике в едином аналитическом контексте были сопоставлены показатели сенсомоторных тестов у трех выборок: школьников различного уровня академической успеваемости, молодых взрослых с разным уровнем образования и спортсменов высокого класса. Разработанный и апробированный комплекс тестов, включающий показатели простой и сложной зрительно-моторной реакции, функциональной подвижности нервных процессов, реакции на движущийся объект и индексные метрики, продемонстрировал высокую прогностическую ценность для оценки успешности. Особо значимым является подтверждение того, что даже простые, стандартизованные сенсомоторные задачи при правильной калибровке могут выступать надежными индикаторами психофизиологического потенциала и регуляторной зрелости.

Удалось уточнить и детализировать данные о половозрастных особенностях развития исполнительных функций. Установлено, что наиболее интенсивное развитие исполнительных происходит в возрасте от 5 до 12 лет, когда наблюдается значительное улучшение показателей рабочей памяти, тормозного контроля и устойчивости внимания. В подростковом возрасте (12–16 лет) выявлены характерные перестройки и временные регрессии, связанные с неравномерным созреванием префронтальных отделов коры и повышенной эмоциональной реактивностью. К 15–16 годам происходит выравнивание половых различий, а окончательное формирование зрелых регуляторных стратегий отмечается в возрасте 25–30 лет. Эти данные позволяют более точно калибровать возрастные нормативы исполнительных функций и учитывать чувствительные периоды их развития.

Половые различия также нашли подтверждение в результатах исследования. Девочки младшего школьного возраста продемонстрировали более высокие показатели тормозного контроля и устойчивости внимания, что согласуется с данными о более раннем созревании префронтальной регуляции. У мальчиков в подростковом возрасте отмечен быстрый рост этих показателей, и к 15–16 годам они начинают демонстрировать преимущество в ряде сенсомоторных тестов, связанных с точностью и скоростью реакции.

В спортивной выборке различия проявились в психофизиологических характеристиках организации движения: у мужчин-боксеров зафиксирована более высокая скорость удара, тогда как у женщин отмечена большая вариативность латентности и тенденция к запаздывающим реакциям.

Результаты сравнительного анализа подтвердили прогностическую значимость исполнительных функций в контексте успешности. У школьников с высокой академической успеваемостью отмечены более быстрые и стабильные сложные реакции при когнитивной нагрузке, меньшая вариативность отклика и более выраженный тормозный контроль. У взрослых с высшим образованием показатели сенсомоторных и когнитивных метрик, отражающих произвольную

регуляцию, оказались статистически выше, чем у представителей профессий, не требующих высшего образования.

В спортивной выборке (на примере боксеров) установлена прямая зависимость между уровнем развития исполнительных функций и результатами: спортсмены основного состава продемонстрировали более высокий уровень тормозного контроля, когнитивной гибкости и способности к своевременной коррекции движений в условиях высокой динамики боя.

Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения разработанного комплекса тестов в образовательную, спортивную и профессиональную практику. Сенсомоторные показатели позволяют прогнозировать академическую успешность школьников, выявлять группы риска по школьной неуспешности и разрабатывать индивидуализированные программы когнитивной поддержки. В спорте результаты могут использоваться для отбора перспективных спортсменов и корректировки тренировочного процесса с учетом уровня исполнительной регуляции. В профессиональной сфере тесты могут применяться для профотбора и оценки готовности к работе в условиях высокой когнитивной и сенсомоторной нагрузки, а также в условиях интенсивного физического труда.

Перспективы дальнейших исследований связаны с уточнением психофизиологических механизмов исполнительных функций, в том числе с применением методов высокоскоростной видеосъемки для анализа микродинамики движений и латентных периодов реакции. Представляется перспективным создание возрастных и профессиональных нормативов для различных категорий участников, а также разработка программ целенаправленного тренинга исполнительных функций. Особый интерес представляет адаптация полученных результатов для работы с людьми, имеющими особенности когнитивного развития, что позволит разрабатывать индивидуализированные коррекционно-развивающие программы, направленные на повышение их учебной, профессиональной и спортивной успешности.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает ключевую роль исполнительных функций в обеспечении успешности человека и демонстрирует новые возможности их объективной оценки и практического применения. Полученные результаты позволяют рассматривать исполнительные функции как универсальный когнитивный механизм, обеспечивающий эффективную адаптацию и высокую результативность деятельности в условиях возрастающей информационной и сенсомоторной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманова А. Ш. Влияние когнитивной нагрузки на психофизиологическую и физическую работоспособность спортсменов различных видов спорта / А. Ш. Абдрахманова, Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, В. А. Капустинская // Физическая культура и спорт в XXI веке: актуальные проблемы и пути решения : Сборник материалов IV-й Международной научно-практической конференции, Волгоград, 23–24 октября 2024 года. – Волгоград: Волгоградская государственная академия физической культуры, 2024. – С. 80–85.
2. Айдаркин Е. К. Исследование особенностей взаимодействия зрительной и слуховой систем в условиях сенсомоторной интеграции // Проблемы нейрокибернетики. – Ростов-на-Дону, 2005. – Т. 1. – С. 125–128.
3. Акопян А. О., Кулагина Л. А. Реакции антиципации в боксе // Вестник спортивной науки. – 2016. – № 6. – С. 3–7.
4. Александрова Л. Д. Роль индивидуальной образовательной траектории в развитии персонализированного обучения // Сборник материалов III съезда тренеров-технологов деятельности образовательных практик, Москва, 21–23 августа 2020 года. – М.: Некоммерческое партнерство содействия научной и творческой интеллигенции в интеграции мировой культуры «Авторский Клуб», 2021. – С. 42–56.
5. Алексеев А. А. Понятие об исполнительных функциях в психологических исследованиях: перспективы и противоречия / А. А. Алексеев, Г. Е. Рупчев // Психологические исследования: электронный научный журнал. – 2010. – №. 4.
6. Алексеева О. С. Академическая успешность и когнитивные способности у младших школьников / О. С. Алексеева, И. Е. Ржанова, В. С. Бритова, Ю. А. Бур-

дукова // Вестник РГГУ. Серия: Психология. Педагогика. Образование. – 2021. – № 1. – С. 51–64.

7. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 450 с.

8. Анохин П. К. Теория функциональной системы как предпосылка к построению физиологической кибернетики // Биологические аспекты кибернетики. – М., 1962. – С. 74–91.

9. Анохин П. К. Особенности афферентного аппарата условного рефлекса и их значение для психики // Вопросы психологии. – 1955. – № 6. – С. 7–15.

10. Анохин П. К. Проблема принятия решения в психологии и физиологии // Вопросы психологии. – 1974. – № 4. – С. 21–29.

11. Артамошина Ю. В. Представления об успехе и карьерные ориентации женщин, выполняющих традиционные и нетрадиционные профессиональные роли. Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2008 (6). – С. 295–299.

12. Ахутина Т. В. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет. – 2-е изд. – М.: Изд-во В. Секачев, 2019. – 281 с.

13. Баева И. А. Психологическая безопасность и социальный интеллект подростков и юношей / И. А. Баева, Л. А. Гаязова, И. В. Кондакова, Е. Б. Лактионова // Психологическая наука и образование. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 5–16.

14. Батурина Н. А. Успех и неудача как факторы взаимосвязи предыдущей и последующей деятельности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 5–12.

15. Батурина Н. В., Черняева Ю. Е. Соотношение успеха, жизненной успешности и личностного благополучия // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2018. – № 4. – С. 18–23.

16. Белинская Е. П. Неопределенность как категория современной социальной психологии личности // Психологические исследования. – 2014. – Т. 7, № 36 (3).

17. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М., 1966. – 349 с.
18. Бернштейн Н. А. О ловкости и ее развитии / Н. А. Бернштейн. – М.: ФиС, 1991. – 284 с.
19. Бесчастная Т. В. О проблеме адаптации молодого педагога в образовательной организации: факторы адаптации и наставничество как способ преодоления трудностей / Т. В. Бесчастная // Образование от «А» до «Я». – 2024. – № 1. – С. 22–25.
20. Бойко Е. И. Время реакции человека. – М., 1964. – 440 с.
21. Будукоол Л. К. Нейродинамические показатели по теппинг-тесту у студентов тувинского государственного университета / Л. К. Будукоол, Ховалыг А. М., С.К. Сарыг // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2013 (6). – С. 16–19.
22. Будыка Е. В. Динамические характеристики двигательных и когнитивных функций у занимающихся спортивной гимнастикой студентов / Е. В. Будыка, Е. В. Ениколопова, Е. С. Володина, А. М. Комаров // Modern Psychology. – 2021. – Vol. 4. № 2 (9). – P. 114–120.
23. Буркова С. А. Особенности тормозного контроля первоклассников с разным уровнем школьной успеваемости / С. А. Буркова, И. В. Широкова // Приложение международного научного журнала «Вестник психофизиологии». – 2019. – № 1. – С. 1–21.
24. Бухаленкова Д. А. Представления современных подростков об успехе. // Национальный психологический журнал. – 2013. – № 4 (12). – С. 31–35.
25. Валиева Ф. И. Саморегуляция в аспекте социально-профессиональной адаптации // Terra Linguistica. – 2013. – № 179. – С. 86–93.
26. Варламова Д. Атлас новых профессий 3.0. / под ред. Д. Варламовой, Д. Судакова. – М.: Интеллектуальная литература, 2020. – 456 с.
27. Величковский Б. Б. Рабочая память человека. Структура и механизмы. – М.: МГУ, 2015. – 246 с.

28. Вергунов Е. Г. К вопросу о психометрической надежности некоторых психологических методик / Е. Г. Вергунов, Е. И. Николаева, Ю. В. Боброва // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2019. – Т. 12 (1). – С. 61–74.

29. Вергунов Е. Г. Опыт применения методов визуализации в качественном анализе результатов тайм-теста / Е. Г. Вергунов, Е. И. Николаева // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 7–2. – С. 128–131.

30. Вергунов Е. Г. Скорость реакции на стимулы различной модальности школьников с различной успеваемостью // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. – 2009 – № 98. – С. 255–258.

31. Воробьева Е. В. Интеллект и мотивация достижения: психофизиологические и психогенетические предикторы – М.: Кредо. – 2006. – 288 с.

32. Воробьева Е. В. Эмоциональный интеллект: генетические и психофизиологические корреляты / Е. В. Воробьева, В. В. Косоногов, Е. М. Ковш. – М.: Мир науки, 2021. – 96 с.

33. Выготский Л. С. Мышление и речь. – М.: Педагогика, 1982. – Т. 2. – 328 с.

34. Выготский Л. С. Собр. соч.: в 6 т. Т. 4: Детская психология. – М.: Педагогика, 1984. – 433 с.

35. Галина А. Э. Социально-психологические факторы успешности трудовой адаптации и карьерного продвижения персонала / А. Э. Галина, А. В. Григорьева, И. В. Илларионов // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2022. – № 1(163). – С. 101–106.

36. Гаранина Ж. Г. Саморегуляция как фактор личностно-профессионального саморазвития будущих специалистов / Ж. Г. Гаранина, О. Е. Мальцева // Интеграция образования. – 2016, 20 (3 (84)). – С. 374–381.

37. Герасимова О. Ю. Время простых и сложных сенсомоторных реакций как один из показателей уровня интеллекта у старших дошкольников // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – № 10-1 (19). – С. 135–138.

38. Гермацкая Е. И. Факторы формирования профессиональных умений у будущих специалистов экстремального профиля // Научные труды

Республиканского института высшей школы. Исторические и психолого-педагогические науки. – 2024. – № 24-3. – С. 57–65.

39. Гилева О. Б. Время реакции как прогностический признак академической успешности школьников // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 2, № 1. – С. 71–73.

40. Гиринская Ю. А. Когнитивная сфера спортсмена (теория и практика): методические рекомендации / Ю. А. Гиринская, Н. В. Кухтова, Е. В. Мельник, В. Г. Савицкий. – Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова, 2018. – 75 с.

41. Горьковая И. А. Метакогнитивная регуляция учебной деятельности у подростков с девиантным поведением / И. А. Горьковая, А. В. Микляева, В. Н. Панферов // Сибирский психологический журнал. – 2024. – № 91. – С. 139–154.

42. Гречухина А. А. Развитие социально-личностных компетенций как базовое условие формирования профессионального мастерства / А. А. Гречухина, Е. С. Козина // Человеческий капитал. – 2023. – № 5 (173). – С. 173–185.

43. Гусева И. В. Успешный выбор профессии и волевая регуляция студентов // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 2–3(47). – С. 41–45.

44. Давыдов Д. Г. Применение теста Стандартные прогрессивные матрицы Равена в режиме ограничения времени / Д. Г. Давыдов, Е. В. Чмыхова // Вопросы психологии. – 2016. – № 4. – С. 129–139.

45. Дворецкая М. Я. Образ успешности в современных психологических исследованиях / М. Я. Дворецкая, А. Б. Лощакова // Интернет-журнал «Мир науки». – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 56.

46. Деева Н. А. Методика «Жизненная успешность»: структура и валидизация // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2022, 19 (3). – С. 494–520.

47. Дементий Л. И. Личностные особенности и типология успешных и неуспешных личностей / Л. И. Дементий, О. П. Нечепоренко // Вестник ОмГУ. – 2011. – № 2. – С. 277–284.

48. Демин А. Н. Индекс precariousности для психологического изучения российского рынка труда // Организационная психология. – 2022. – № 12 (4). – С. 103–122.

49. Демин А. Н. Психология precariousной занятости: становление предметной области, основные проблемы и подходы к изучению // Организационная психология. – 2021. – № 11 (2). – С. 98–123.

50. Дениева А. К. Раннее выявление способностей учащихся с целью дальнейшего профессионального самоопределения как стратегический этап формирования богатства нации // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: VII Международная научно-практическая конференция: Материалы и доклады, Москва, 29–30 октября 2020 года / Под общей редакцией О. Н. Раева. – М.: ООО «ИПП «КУНА», 2020. – С. 250–254.

51. Дружилов С. А. Психическая адаптация в новой реальности: феномен, факторы, критерии, индикаторы, вызовы // Общество: социология, психология, педагогика. – 2022. – № 8 (100). – С. 82–89.

52. Дружинин О. А. Поиск психофизиологических предикторов успешности обучения в школе // Психология и психотехника. – 2023. – № 3. – С. 87–96.

53. Дружинин О. А. Сравнительный анализ сенсомоторных реакций девушек-боксеров и студенток университета, не занимающихся боксом / О. А. Дружинин, В. Л. Ефимова, Г. А. Якубова, Э. Ю. Расулов // Психология и психотехника. – 2024. – № 1. – С. 70–84.

54. Дубровинская Н. В. Психофизиология ребенка / Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер, М. М. Безруких. – М.: Владос, 2000. – 144 с.

55. Дунаевская Э. Б. Факторы, предопределяющие успешность обучения ребенка в начальной школе (на примере лонгитюдного исследования детей второго и четвертого классов) / Э. Б. Дунаевская, Е. И. Николаева // Science for Education Today. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 5–68.

56. Енин В. В. Разработка и валидизация опросника «Виды ролевой самооффективности личности» // Социальная психология и общество. – 2025. – Т. 16. – № 1. – С. 175–192.

57. Ендриховский С. Н. Время сенсомоторной реакции человека в современных психофизических исследованиях / С. Н. Ендриховский, А. М. Шамшинова, Е. Н. Соколов // Сенсорные системы. – 1996. – Т. 10. – № 2. – С. 13.

58. Ефимова В. Л. Психофизиологические механизмы успешности обучения ребенка в дошкольном учреждении и в начальной школе: диссертация на соискание ученой степени доктора психологических наук. – СПб., 2021. – 374 с.

59. Ефимова В. Л. Время сенсомоторной реакции и когнитивные способности (обзор зарубежных исследований) / В. Л. Ефимова, О. А. Дружинин // Комплексные исследования детства. – 2023. – Т. 5. – № 1. – С. 58–63.

60. Ефимова В. Л. Использование сложной сенсомоторной реакции для прогноза успеваемости в школе / В. Л. Ефимова, Е. И. Николаева, О. А. Дружинин, И. С. Мазурова // Психология и психотехника. – 2023. – № 1. – С. 1–11.

61. Ефимова В. Л. Использование психомоторных тестов в профессиональной деятельности военнослужащих / В. Л. Ефимова, О. А. Дружинин // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12. – № 4. – С. 1–11.

62. Зайцев А. В. Время реакции в теоретических и прикладных исследованиях / А. В. Зайцев, В. И. Лупандин, О. Е. Сурнина // Психологический вестник Уральского государственного университета / Уральский государственный университет им. А. М. Горького, Институт по переподготовке и повышению квалификации преподавателей гуманитарных и социальных наук; Уральская ассоциация высшего гуманитарного и социально-политического образования. – Вып. 3. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2002. – С. 3–20.

63. Зайцев А. В. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы / А. В. Зайцев, В. И. Лупандин, О. Е. Сурнина // Физиология человека. – 1999. – Т. 25. – № 6. – С. 34–37.

64. Зверева С. В. Специфика отражения времени и нарушения речемыслительных функций у детей 7–9 лет с расстройствами речи в сравнении с

нормативным вариантом развития: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук. – СПб., 1998. – 203 с.

65. Ильин Е. П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. – СПб.: Питер, 2008. – 432 с.

66. Ильин Е. П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. – 464 с.

67. Ильин Е. П. Психомоторная организация человека. – СПб., 2003. – 384 с.

68. Исаева Е. Р. Поиск прогностических критериев академической успеваемости студентов / Исаева Е. Р., Тюсова О. В., Тишков А. В., Шапоров А. М., Павлова О. В., Ефимов Д. А., Власов Т. Д. // Университетское управление: практика и анализ. – 2017; 21(2). – С. 163–175.

69. Казаринова И. В. Факторы, влияющие на предпочтения молодежи в выборе будущей профессии / И. В. Казаринова, Н. Е. Романов // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2019. – № 4 (15). – С. 37–44.

70. Каменская В. Г. Сенсомоторная интеграция как маркер интеллектуального развития // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Природные факторы и социальные условия успешности обучения». – СПб.: САГА, 2005. – С. 345–367.

71. Карачарова Ю. А. Психологические факторы профессиональной успешности в контексте специализации профессиональной деятельности / Карачарова Ю. А., Соколова А. С. // Актуальные вопросы современной науки. – (6-3). – С. 48-61.

72. Климов Е. А. Психология профессионального самоопределения. М.: Академия. 2010. – 304 с

73. Колесникова Е. И. Индивидуально-психологические и личностные Факторы академической успеваемости студента вуза // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Психология. – 2014, (1 (15)). – С. 3–15.

74. Корнеев А. А. Нейропсихологический анализ структуры теста цветных прогрессивных матриц Равена у детей 6–9 лет / А. А. Корнеев, Матвеева Е. Ю.,

Ахутина Т. В. // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2024. – № 47 (2). – С. 201–218.

75. Коробейникова И. И. Параметры сенсомоторных реакций, психофизиологические характеристики, успеваемость и показатели ЭЭГ человека // Психологический журнал. – 2000. – Т. 21. – № 3. – С. 132–136.

76. Косарева Ю. Д. Проблема снижения успеваемости школьников в 12–14-летнем возрасте / Косарева Ю. Д., Быкова, Е. М. // Вопросы образования. – 2010. – № 3. – С. 265–284.

77. Крамаренко Н. С. Психологические составляющие понятия «успех» // Вестник Университета Российской академии образования. – 2008. – № 4. – С. 122–124.

78. Ледовская Т. В. Психологические факторы академической успеваемости студентов вуза // Педагогика и психология современного образования: теория и практика : материалы научно-практической конференции, Ярославль, 5–6 марта 2020 года. – Ч. 2. – Ярославль: Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, 2020. – С. 127–131.

79. Лурия А. Р. Функциональная организация мозга. – М., 1985. – 411 с.

80. Лурия А. Р. Мозг человека и психические процессы. – Т. 1. – М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1963. – 479 с.

81. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. – М., 1973. – 376 с.

82. Любомирский Л. Е. Критические и сенситивные периоды сенсомоторного развития // Физиология развития человека. – М., 2009. – С. 162–168.

83. Люсин Д. В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭМИн // Психологическая диагностика. – 2006. – № 4. – С. 3–22.

84. Мавян С. Х. Социально-психологическая адаптация старших подростков в условиях неопределенности ситуации выбора будущей профессии / Мавян С. Х., Игнатович В. К. // Педагогика: история, перспективы. – 2022. – Т. 5. – № 2. – С. 66–76.

85. Малых С. Б. Личностные черты и интеллект как факторы успешности в школьном обучении / С. Б. Малых, Т. Н. Тихомирова // Вопросы психологии. – 2020. – Т. 66. – № 3. – С. 26–44.

86. Маракшина Ю. А. Возрастная динамика эффектов конгруэнтности в числовой задаче Струпа у школьников / Ю. А. Маракшина, А. О. Табуева, Ю. В. Кузьмина, М. М. Лобаскова // Cognitive Neuroscience – 2020: материалы международного форума, Екатеринбург, 11–12 декабря 2020 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2021. – С. 210–213.

87. Моросанова В. И. Модель взаимосвязи исполнительных функций, осознанной саморегуляции и успешности обучения русскому языку в средней школе / Моросанова В. И., Бондаренко И. Н., Фомина Т. Г. // Экспериментальная психология. – 2021. – № 14 (4). – С. 108–122.

88. Нехорошкова А. Н. Особенности зрительно-моторных реакций детей 8–11 лет с высоким уровнем тревожности / Нехорошкова А. Н., Грибанов А. В. // Экология человека. – 2011. – № 5. – С. 43–48.

89. Нехорошкова А. Н. Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (обзор) / А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов, И. С. Депутат // Вестник Северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2015. – № 1. – С. 38–48.

90. Николаева Е. И. Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе / Николаева Е. И., Вергунов Е. Г. // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2017. – Т. 10 (2). – С. 62–81.

91. Николаева Е. И. Влияние социобиографических характеристик матерей на особенности их исполнительных функций / Е. И. Николаева, Е. А. Дыденкова, А. Н. Славинская // Познание и переживание. – 2025. – Т. 6. – № 1. – С. 89–106.

92. Ожиганова Г. В. Саморегулятивные способности человека в профессиональной деятельности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика, 2016. – № 4. – С. 37–46.

93. Осипенко Е. В. Высокоскоростная съемка гортани как метод оценки вибраторных характеристик голосовых складок / Осипенко Е. В., Султонова К. Б. // Российская оториноларингология. – 2013. – № 4 (65). – С. 98–102.

94. Полукарова Е. А. Распределенная модель поддержки и выявления талантливых и одаренных детей: поиски маршрутов развития личности ребенка / Е. А. Полукарова, У. Ю. Ковалева // Наука и реальность. – 2020. – № S3.1. – С. 31–38.

95. Разумникова О. М. Возрастные особенности тормозного контроля и проактивная интерференция при запоминании зрительной информации / О. М. Разумникова, Е. И. Николаева // Вопросы психологии, 2019. – № 2. – С. 124–132.

96. Разумникова О. М. Онтогенез тормозного контроля когнитивных функций и поведения / О. М. Разумникова, Е. И. Николаева. // Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. – 158 с.

97. Разумникова О. М. Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности / О. М. Разумникова, Е. И. Николаева // Успехи физиологических наук, 2019. – Т. 50. – № 1. – С. 75–89.

98. Разумникова О. М. Значение тормозного контроля в онтогенезе когнитивных функций / Разумникова О. М., Николаева Е. И. // Всероссийская конференция по когнитивной науке КИСЭ-2017. Материалы Всероссийской конференции. – 2017. – С. 153–167.

99. Ратанова Т. А. Время реакций как показатель дискриминативной способности мозга, интеллекта и специальных способностей / Ратанова Т. А., Чуприкова Н. И. // Психология высших когнитивных процессов / Под ред. Т. Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. – М., 2004. – С. 33–56.

100. Ратанова Т. А. Время реакции в системе изучения природы интеллекта и специальных способностей // Экспериментальная психология. – 2011. – № 4 (3). – С. 86–96.

101. Регуш Л. А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего. – СПб.: Речь, 2003. – 352 с.

102. Регуш Л. А. Стандартизированная методика «Прогностическая задача: профессиональный выбор» и возможности ее использования / Л. А. Регуш, Е. Е. Магакян // Письма в Эмиссия.Оффлайн. – 2018. – № 9.

103. Регуш Л. А. Методика изучения способности к речемыслительному прогнозированию // Письма в Эмиссия.Оффлайн (The Emissia.Offline Letters):электронный научный журнал. – 2022. – Т. 2 (Методическое приложение).

104. Рикель А. М. Некоторые аспекты социально-психологической проблематики успеха // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2012. – № 1. – С. 41–48.

105. Романова И. В. Социальная адаптация как феноменологическая категория / Романова И. В., Романова Н. П., Шарова Т. В. // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2011. – № 6. – С. 122–134.

106. Салмина Н. Г. Методика диагностики социально-желательного поведения, исследование феномена социально-желательного поведения в дошкольном возрасте / Салмина Н. Г., Иовлева Т. Е., Тиханова И. Л. // Психологическая наука и образование. – 2006. – № 11 (4). – С. 81–94.

107. Самойлов О. М. Метакогнитивная регуляция как фактор, влияющий на эффективность обучения в условиях применения цифровых образовательных технологий: систематический обзор литературы / Самойлов О. М., Морозов З. А., Петухова Д. Р., Долженко К. И. // Психология человека в образовании. – 2023. – № 5 (4). – С. 519–535.

108. Сиверцева К. В. Формирование исполнительных функций в дошкольном возрасте / К. В. Сиверцева, Е. С. Щипина // Комплексные исследования детства. – 2019. – Т. 1. – № 2. – С. 143–151.

109. Смирнова Т. А. Методика оценки метакогнитивного опыта подростков в учебной и неучебной деятельности: конструирование и апробация / Смирнова Т. А., Фомин А. Е. // Мир науки. Педагогика и психология. – 2023. – № 11 (2). – С. 6.

110. Сутормина Н. В. Сравнительный анализ стратегий, применяемых в рабочей памяти дошкольниками и подростками / Н. В. Сутормина, Е. И. Николаева, И. А. Калабина // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2024. – № 4 (68). – С. 30–42.

111. Таранова О. В. Успешность как категория собственной эффективности. Вестник РГГУ // Серия «Психология. Педагогика. Образование». – 2015. – № (10 (153)). – С. 60–64.

112. Тарасова А. Ф. Исследование времени простой и сложной акустико-моторной реакции учащихся / Тарасова А. Ф., Селиверстова Н. В., Жданкина Л. В. // Физиология и психофизиология мотиваций: межрегион. сб. науч. работ. – Воронеж, 2000. – Вып. 4. – С. 52–54.

113. Тищенко А. В. Опыт применения сервисов на основе данных для формирования индивидуальной траектории развития у старшеклассников // Новая экономика, бизнес и общество: Материалы Апрельской научно-практической конференции молодых ученых. – Владивосток, 15–27 апреля 2021 года / Отв. редакторы В. В. Глотова, К. И. Феоктистова. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2021. – С. 178–183.

114. Третьякова В. С. Новый образовательный формат профессионального становления: персонализированная образовательная траектория обучающегося / Третьякова В. С., Кайгородова А. Е. // Современная высшая школа: инновационный аспект, 2021. – № 13 (1 (51)). – С. 10–21.

115. Трифонов Е. В. Психофизиология профессиональной деятельности. – СПб., 1996. – 316 с.

116. Фейгенберг И. М. Быстрота моторной реакции и вероятностное прогнозирование // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 51–62.

117. Хильченко А. Е. Методика исследования подвижности основных нервных процессов у человека // Высшая нервная деятельность. 1958. – Т. 8. – С. 945–948.
118. Хомская Е. Д. Нейропсихология индивидуальных различий // Е. Д. Хомская, И. В. Ефимова, Е. В. Будыка, Е. В. Ениколопова. – М, 1997. – С. 234.
119. Чернокова Т. Е. Метапознание дошкольников: дискуссионные вопросы // Science Time, 2015. – № 8 (20). – С. 246–252.
120. Чернокова Т. Е. Роль метакогнитивных знаний в саморегуляции познавательной деятельности старших дошкольников // Культурно-историческая психология. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 38–45.
121. Чуприкова Н. И. Время реакции и интеллект: почему они связаны // Вопросы психологии. – 1995. – № 4. – С. 65–114.
122. Шабунова А. А. Успешность современного человека: теоретико-методологические аспекты исследования / А. А. Шабунова, В. Г. Доброхлеб, Е. И. Медведева, С. В. Крошили, Л. Сухоцка, В. Р. Шухатович, Г. В. Леонидова, Е. В. Молчанова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 27–50.
123. Шибаева Н. Н. Педагогическая поддержка как технология и модель оптимизации качества развития личности обучающегося / Н. Н. Шибаева, И. А. Шибаев, Н. В. Балицкая // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2021. – № 3 (60). – С. 224–229.
124. Устройство психофизиологического тестирования УПФТ 1/30 – «Психофизиолог» // Методический справочник НПКФ «Медиком МТД». – 2017.
125. Abad Z. S. H. et al. Task interruption in software development projects: What makes some interruptions more disruptive than others? Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. – 2018. – P. 122–132.
126. Cernich A. N., Brennan D. M., Barker L. M., Bleiberg J. Sources of error in computerized neuropsychological assessment. Archives of Clinical Neuropsychology. 2007. – 22 (Suppl. 1). – P. 39–48.

127. Baddeley A. D. Working memory. – Oxford: Oxford University Press, 1986.
128. Balconi M., Angioletti L., Crivelli D. Neuro-Empowerment of Executive Functions in the Workplace: The Reason Why. *Frontiers in Psychology*. – 2020. – № 11. – P. 1519.
129. Balconi M., Crivelli D., Acconito C., Emotional and Cognitive “Route” in Decision-Making Process: The Relationship between Executive Functions, Psychophysiological Correlates, Decisional Styles, and Personality // *Brain Sciences*. – 2024. – № 14. – P. 734.
130. Banich M. T. Executive function: The search for an integrated account // *Current Directions in Psychological Science*. – 2009. – № 18 (2). – P. 89–94.
131. Bari A., Robbins T. W. Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control // *Progress in Neurobiology*. – 2013. – № 108. – P. 44–79.
132. Barkley R. A. Executive functioning and self-regulation: Integration, extended phenotype, and clinical implications // *Neuropsychology Review*. – 2001. – № 11. – P. 1–29.
133. Barraza P., Rodríguez E. Executive Functions and Theory of Mind in Teachers and Non-Teachers // *Heliyon*. – 2023. – № 9 (9). – P. e19915.
134. Bartels C., Wegrzyn M., Wiedl A., Ackermann V., Ehrenreich H. Practice effects in healthy adults: A longitudinal study on frequent repetitive cognitive testing // *BMC Neuroscience*. – 2010. – № 11. – P. 118.
135. Baum G. L. et al. Modular segregation of structural brain networks supports the development of executive function in youth // *Current Biology*. – 2017. № 27 (11). – P. 1561–1572.
136. Beatty G. F., Cranley N. M., Carnaby G., Janelle C. M. Emotions predictably modify response times in the initiation of human motor actions: A meta-analytic review // *Emotion*. – 2016. – № 16 (2). – P. 237–251.
137. Best J. R., Miller P. H. A developmental perspective on executive function // *Child Development*. – 2010. № 81 (6). – P. 1641–1660.
138. Snitz B. E., Unverzagt F. W., Chang C.-C. H., Van Bilt J., Gao S., Saxton J., Hall K. S., Ganguli M. Effects of age, gender, education and race on two tests of language

ability in community-based older adults // *International Psychogeriatrics*. – 2009. – № 21 (6). – P. 1051–1062.

139. Brydges C. R., Fox A. M., Reid C. L., Anderson M. The differentiation of executive functions in middle and late childhood: A longitudinal latent-variable analysis // *Intelligence*. – 2014. – № 47. – P. 34–43.

140. Bucsházy K., Semela M. Case Study: Reaction Time of Children According to Age // *Procedia Engineering*. – 2017. – № 187. – P. 408–413.

141. Duinkharjav B., Kang J., Miller G.S. P., Xiao C., Sun Q. Evaluating Visual Perception of Object Motion in Dynamic Environments // *ACM Transactions on Graphics*. – 2024. – № 43 (6). – P. 277.

142. Bulten R., Bedard C., Graham J. D., Cairney J. Effect of cognitively engaging physical activity on executive functions in children // *Frontiers in Psychology*. – 2022. – № 13.

143. Burle B., Vidal F., Tandonnet C., Hasbroucq T. Physiological evidence for response inhibition in choice reaction time tasks // *Brain and Cognition*. – 2004. – № 56 (2). – P. 153–164.

144. Buscà B., Quintana M., Padullés J. High-speed cameras in sport and exercise: Practical applications in sports training and performance analysis // *Aloma. Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i l'Esport*. – 2016. – № 34. – P. 13–23.

145. Camerini A.-L., Schulz P. Social Desirability Bias in Child-Report Social Well-Being: Evaluation of the Children's Social Desirability Short Scale Using Item Response Theory and Examination of Its Impact on Self-Report Family and Peer Relationships // *Child Indicators Research*. – 2018. – № 11. – P. 1–16.

146. Camerota M., Willoughby M. T., Magnus B. E., Blair C. B. Leveraging item accuracy and reaction time to improve measurement of child executive function ability // *Psychological Assessment*. – 2020. – № 32 (12). – P. 1118–1132.

147. Albaladejo-García C., García-Aguilar F., Moreno F. J. The role of inhibitory control in sport performance: Systematic review and meta-analysis in stop-signal paradigm // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2023. – № 147. – P. 105–108.

148. Chan T., Wang I., Ybarra O. Leading and Managing the Workplace: The Role of Executive Functions // *Academy of Management Perspectives*. – 2018. – № 35. – P. 10.
149. Checa P., Rodríguez-Bailón R., Rueda M. R. Neurocognitive and temperamental systems of self-regulation and early adolescents' social and academic outcomes // *Mind, Brain, and Education*. – 2008. – № 2 (4). – P. 177–187.
150. Cheng L. et al. Motivation and Test Anxiety in Test Performance Across Three Testing Contexts: The CAEL, CET, and GEPT // *TESOL Quarterly*. – 2014. – № 48 (2). – P. 300–330.
151. Brown C. M., Troy N. S., Jobson K. R., Link J. K. Contextual and personal determinants of preferring success attributed to natural talent or striving // *Journal of Experimental Social Psychology*. – 2018. – № 78. – P. 134–147.
152. Carlson S. M., Moses L. J. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind // *Child Development*. – 2001. – № 72 (4). – P. 1032–1053.
153. Colyer S. L., Evans M., Cosker D. P. et al. A Review of the Evolution of Vision-Based Motion Analysis and the Integration of Advanced Computer Vision Methods Towards Developing a Markerless System // *Sports Medicine – Open*. – 2018. – № 4. – P. 24.
154. Cormier D. C., Bulut O., McGrew K. S., Kennedy K. Linguistic Influences on Cognitive Test Performance: Examinee Characteristics Are More Important than Test Characteristics // *Journal of Intelligence*. – 2022. – № 10 (1). – P. 8.
155. Coutts R. L., Lichstein L., Bermudez J. M., Daigle M., Mann D. P., Charbonnel T. S., Michaud R., Williams C. R. Treatment assessment of learning-disabled children: Is there a role for frequently repeated neuropsychological testing? // *Archives of Clinical Neuropsychology*. – 1987. – № 2 (3). – P. 237–244.
156. Crocetta T., Andrade A. The problem of measuring reaction time using software and hardware: a systematic review // *Revista de Psicologia del Deporte*. – 2015. – № 24. – P. 341–349.
157. Culbertson S. S., Huffcutt A. I., Goebel A. P. Introduction and empirical assessment of executive functioning as a predictor of job performance // *Psychology Journal*. – 2013. – № 2 (2). – P. 75–85.

158. Davis P., Benson P. R., Waldock R., Connorton A. J. Performance Analysis of Elite Female Amateur Boxers and Comparison with Their Male Counterparts // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2016. – № 11 (1). – P. 55–60.

159. de Greeff J. W., Bosker R. J., Oosterlaan J., Visscher C., Hartman E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2018. – № 21 (5). – P. 501–507.

160. Deary I., Der G. Reaction Time, Age, and Cognitive Ability: Longitudinal Findings from Age 16 to 63 Years in Representative Population Samples // *Aging*. – 2005. – № 12.

161. Deng C., Cao S., Wu C., Lyu N. Predicting drivers' direction sign reading reaction time using an integrated cognitive architecture // *IET Intelligent Transport Systems*. – 2019. – № 13 (4). – P. 622–627.

162. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex // Stuss D. T., Knight R.T. (eds.) // *Principles of frontal lobe function*. – 2002.

163. Diamond A. Executive functions // *Annual Review of Psychology*. – 2013. – № 64. – P. 135–168.

164. Dinu D., Louis J. Biomechanical Analysis of the Cross, Hook, and Uppercut in Junior vs. Elite Boxers: Implications for Training and Talent Identification // *Frontiers in Sports and Active Living*. – 2020. – № 2. – P. 598.

165. Tadin D., Lappin J. S. Optimal size for perceiving motion decreases with contrast // *Vision Research*. – 2005. № 45 (16). – P. 2059–2064.

166. Duschek S., de Guevara C. M. L., Serrano M. J. F., Montoro C. I., López S. P., Reyes Del Paso G. A. Variability of Reaction Time as a Marker of Executive Function Impairments in Fibromyalgia // *Behavioural Neurology*. – 2022.

167. Dykiert D., Der G., Starr J. M., Deary I. J. Age Differences in Intra-Individual Variability in Simple and Choice Reaction Time: Systematic Review and Meta-Analysis // *PLoS ONE*. – 2012. – № 7(10).

168. Eckert H. M., Eichorn D. H. Developmental Variability in Reaction Time // *Child Development*. – 1977. – № 48 (2). – P. 452–458.

169. Edwards A. L. The social desirability variable in personality assessment and research. – New York, 1957.

170. Ferguson H. J., Brunson V. E. A., Bradford E. E. F. The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age // *Scientific Reports*. – 2021. – № 11. – P. 1382.

171. Flavell J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry // *American Psychologist*. – 1979. – № 34. – P. 906–911.

172. Fong C. Y., Ho C. S. Executive functions in Chinese kindergarten children with early reading problems // *Dyslexia*. – 2022. – № 28(3). – P. 325–341.

173. Fransen J. There is No Supporting Evidence for a Far Transfer of General Perceptual or Cognitive Training to Sports Performance // *Sports Medicine*. – 2024. – № 54 (11). – P. 2717–2724.

174. Friedman N. P., Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure // *Cortex*. – 2017. – № 86. – P. 186–204.

175. Furley P., Schütz L. M., Wood G. A critical review of research on executive functions in sport and exercise // *International Review of Sport and Exercise Psychology*. – 2023. – № 18(1). – P. 316–344.

176. Bruder G., Steinicke F. Chapter in: VRST 2014 – Proceedings. Edinburgh, Scotland, UK. – 2014. – P. 177–185.

177. Garon N., Bryson S. E., Smith I. M. Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework // *Psychological Bulletin*. – 2008. – № 134 (1). – P. 31–60.

178. Gaillard A, Fehring D. J., Rossell S. L. A systematic review and meta-analysis of behavioural sex differences in executive control // *Eur J Neurosci*. – 2021. – Jan; № 53(2). – P. 519–542. DOI: 10.1111/ejn.14946. Epub 2020 Sep 10. PMID: 32844505.

179. Giambra L. M., Quilter R. E. Sex differences in sustained attention across the adult life span // *Journal of Applied Psychology*. – 1989. - № 74 (1). – P. 91–95.

180. Gioia G. A., Isquith P. K., Guy S. C., Kenworthy L. Behavior Rating Inventory of Executive Function // *Child Neuropsychology*. – 2000. – № 6. – P. 235–238.

181. Gordon R., Smith-Spark J. H., Newton E. J., Henry L. A. Executive Function and Academic Achievement in Primary School Children: The Use of Task-Related Processing Speed // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – № 9. – P. 582.

182. Schraw G., Dennison R. S. Assessing Metacognitive Awareness // *Contemporary Educational Psychology*. – 1994. № 19 (4). – P. 460–475.

183. Grissom N. M., Reyes T. M. Let's call the whole thing off: evaluating gender and sex differences in executive function // *Neuropsychopharmacology*. – 2019. – № 44 (1). – P. 86–96.

184. Harms M. B., Zayas V., Meltzoff A. N., Carlson S. M. Stability of executive function and predictions to adaptive behavior from middle childhood to pre-adolescence // *Frontiers in Psychology*. 2014.

185. Heilmann F., Knöbel S., Lautenbach F. Improvements in executive functions by domain-specific cognitive training in youth elite soccer players // *BMC Psychology*. – 2024. – № 12(1). – P. 528.

186. Janicijevic D., Garcia-Ramos A. Feasibility of volitional reaction time tests in athletes // *Motor Control*. – 2022. – № 26 (2). – P. 291–314.

187. Pind J., Gunnarsdóttir E. K., Jóhannesson H. S. Raven's Standard Progressive Matrices: new school age norms and a study of the test's validity // *Personality and Individual Differences*. – 2003. – № 34 (3). – P. 375–386.

188. Karalunas S. L., Huang-Pollock C. L. Integrating impairments in reaction time and executive function using a diffusion model framework // *Journal of Abnormal Child Psychology*. – 2013. – № 41 (5). – P. 837–850.

189. Lambourne K., Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis // *Brain Research*. – 2010. – № 1341. – P. 12–24.

190. Lange K., Thamotharan S., Sferra M., Ramos A., Fields S. Effects of weight and gender on a task of inattention // *Eating Behaviors*. – 2014. – № 15(4). – P. 574–577.
191. Langener A. M., Kramer A. W., van den Bos W., Huizenga H. M. A shortened version of Raven's standard progressive matrices for children and adolescents // *British Journal of Developmental Psychology*. – 2022. – № 40 (1). – P. 35–45.
192. Luna B., Garver K. E., Urban T. A., Lazar N. A., Sweeney J. A. Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood // *Child Development*. – 2004. – № 75 (5). – P. 1357–1372.
193. Luna B. et al. An integrative model of the maturation of cognitive control // *Annual Review of Neuroscience*. – 2015. – № 38. – P. 151–170.
194. McCaffrey R. J., Westervelt H. J. Issues associated with repeated neuropsychological assessments // *Neuropsychology Review*. – 1995. – № 5 (3). – P. 203–221.
195. McKenna R., Rushe T., Woodcock K. A. Informing the Structure of Executive Function in Children: A Meta-Analysis of Functional Neuroimaging Data // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2017. – № 11.
196. Medaglia J. D., Satterthwaite T. D., Moore T. M., Ruparel K., Gur R. C., Gur R. E., Bassett D. S. Flexible Traversal Through Diverse Brain States Underlies Executive Function in Normative Neurodevelopment // *arXiv: Neurons and Cognition*. – 2015.
197. Messer D., Henry L. A., Nash G. The relation between executive functioning, reaction time, naming speed, and single word reading in children with typical development and language impairments // *British Journal of Educational Psychology*. – 2016. – № 86 (3).
198. Michel E., Gießübel J., Grimm A. et al. Stability of individual differences in executive functions in kindergarten children – a microgenetic study // *Cognitive Processing*. – 2025.
199. Miyake A., Friedman N. P. The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions // *Current Directions in Psychological Science*. – 2012. – № 21 (1). – P. 8–14.

200. Morgeson F., Campion M., Dipboye R., Hollenbeck J., Murphy K., Schmitt N. Are We Getting Fooled Again? Coming to Terms with Limitations in the Use of Personality Tests for Personnel Selection // *Personnel Psychology*. – 2007. – № 60. – P. 1029–1049.

201. Murphy P., Foley J., Mole J., Van Harskamp N., Cipolotti L. Lifespan normative data (18–89 years) for Raven's Advanced Progressive Matrices Set I // *Journal of Neuropsychology*. – 2023. – № 17 (2). – P. 417–429.

202. Kida N., Oda S., Matsumura M. Intensive baseball practice improves the Go/Nogo reaction time, but not the simple reaction time // *Cognitive Brain Research*. – 2005. – № 22 (2). – P. 257–264.

203. Oh C., Kim N. “Success Is Relative” // *Sociological Perspectives*. – 2015. – № 59.

204. Pihlaja M. et al. Occupational Burnout Is Linked with Inefficient Executive Functioning, Elevated Average Heart Rate, and Decreased Physical Activity in Daily Life – Initial Evidence from Teaching Professionals // *Brain Sciences*. – 2022. – № 12 (12). – P. 1723.

205. Poon K. Hot and Cool Executive Functions in Adolescence: Development and Contributions to Important Developmental Outcomes // *Frontiers in Psychology*. – 2018.

206. Prevor M. B., Diamond A. Color-object interference in young children: A Stroop effect in children 3½–6½ years old // *Cognitive Development*. – 2005. – № 20 (2). – P. 256–278.

207. Protopapas A., Archonti A., Skaloumbakas C. Reading ability is negatively related to Stroop interference // *Cognitive Psychology*. – 2007. – № 54 (3). – P. 251–282.

208. Segundo-Marcos R., Merchán Carrillo A., López Fernández V., Daza González M. T. Development of executive functions in late childhood and the mediating role of cooperative learning: A longitudinal study // *Cognitive Development*. – 2022. – № 63.

209. Ren S., Shi P., Feng X., Zhang K., Wang W. Executive Function Strengths in Athletes: a Systematic Review and Meta-Analysis // *Brain and Behavior*. – 2025. – № 15 (1). – P. e70212.

210. Ryu K., Kim J., Ali A., Choi S., Kim H., Radlo S. J. Comparison of athletes with and without burnout using the Stroop Color and Word Test // *Perceptual and Motor Skills*. – 2015. – № 121(2). – P. 413–430.
211. Repke L., Birkenmaier L., Lechner C. M. *Validity in Survey Research: From Research Design to Measurement Instruments*. – Mannheim: GESIS – Leibniz Institute for the Social Sciences, 2024.
212. Richardson K., Norgate S. H. Does IQ Really Predict Job Performance? // *Applied Developmental Science*. – 2015. – № 19 (3). – P. 153–169.
213. Riley E., Okabe H., Germine L., Wilmer J., Esterman M., DeGutis J. Gender Differences in Sustained Attentional Control Relate to Gender Inequality across Countries // *PLoS ONE*. – 2016. № 11 (11).
214. Sadozai A. K., Sun C., Demetriou E. A. et al. Executive function in children with neurodevelopmental conditions: a systematic review and meta-analysis // *Nature Human Behaviour*. – 2024. – № 8. – P. 2357–2366.
215. Schatz P., Ybarra V., Leitner D. Validating the Accuracy of Reaction Time Assessment on Computer-Based Tablet Devices // *Assessment*. – 2015. – № 22 (4). – P. 405–410.
216. Schulz D., Lenhard W., Mangold M., Schindler J., Richter T. Balancing accuracy and speed in the development of inhibitory control // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2024. – № 243. – P. 105915.
217. Shenhav A., Musslick S., Lieder F., Kool W., Griffiths T. L., Cohen J. D., Botvinick M. M. Toward a Rational and Mechanistic Account of Mental Effort // *Annual Review of Neuroscience*. – 2017. – № 40. – P. 99–124.
218. Snyder H. R., Miyake A., Hankin B. L. Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: bridging the gap between clinical and cognitive approaches // *Frontiers in Psychology*. – 2015. – № 6. – P. 328.
219. Souissi S., Chamari K., Bellaj T. Assessment of executive functions in school-aged children: A narrative review // *Frontiers in Psychology*. – 2022.

220. Southon C. The relationship between executive function, neurodevelopmental disorder traits, and academic achievement in university students // *Frontiers in Psychology*. – 2022. – № 13. – P. 958013.

221. Stievano P., Valeri G. Executive functions in early childhood: Interrelations and structural development of inhibition, set-shifting and working memory // *Neuropsychological Trends*. – 2013. – № 13. – P. 10.

222. Suarez S., Eynard B., Granon S. A Dissociation of Attention, Executive Function and Reaction to Difficulty: Development of the MindPulse Test, a Novel Digital Neuropsychological Test for Precise Quantification of Perceptual-Motor Decision-Making Processes // *Frontiers in Neuroscience*. – 2021. – № 15.

223. Suo X., Tang W., Li Z. Motion Capture Technology in Sports Scenarios: A Survey // *Sensors (Basel)*. – 2024. – № 24 (9). – P. 2947.

224. Niessen S. A., Meijer R. R., Tendeiro J. N. Measuring non-cognitive predictors in high-stakes contexts: The effect of self-presentation on self-report instruments used in admission to higher education // *Personality and Individual Differences*. – 2017. – № 106. – P. 183–189.

225. Tamnes C. K., Walhovd K. B., Grydeland H., Holland D., Østby Y., Dale A. M., Fjell A. M. Longitudinal working memory development is related to structural maturation of frontal and parietal cortices // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2013. – № 25 (10). – P. 1611–1623.

226. Tervo-Clemmens B., Calabro F. J., Parr A. C. et al. A canonical trajectory of executive function maturation from adolescence to adulthood. *Nature Communications*. – 2023. – № 14. – P. 6922.

227. Thompson A., Steinbeis N. Sensitive periods in executive function development // *Current Opinion in Behavioral Sciences*. – 2020. – № 36. – P. 98–105.

228. Tószegi C., Zsido A.N., Lábadi B. Associations between Executive Functions and Sensorimotor Performance in Children at Risk for Learning Disabilities // *Occupational Therapy International*. – 2023. – P. 6676477.

229. Trueblood J. S. et al. The impact of speed and bias on the cognitive processes of experts and novices in medical image decision-making // *Cognitive Research: Principles and Implications*. – 2018. – № 3 (1). – P. 28.

230. Vallerand R. J., Pelletier L. G., Blais M. R., Brière N. M., Senécal C., Vallières É. F. The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education // *Educational and Psychological Measurement*. – 1992. – № 52. – P. 1003–1023.

231. Van der Kruk E., Reijne M. M. Accuracy of human motion capture systems for sport applications: state-of-the-art review // *European Journal of Sport Science*. – 2018. – № 18. – P. 806–819.

232. Van der Ven S. H., Kroesbergen E. H., Boom J., Leseman P. P. The development of executive functions and early mathematics: a dynamic relationship // *British Journal of Educational Psychology*. – 2012. – № 82 (1). – P. 100–119.

233. Vestberg T., Gustafson R., Maurex L., Ingvar M., Petrovic P. Executive functions predict the success of top-soccer players // *PLoS ONE*. – 2012. – № 7 (4). – P. e34731.

234. Vestberg T., Jafari R., Almeida R. et al. Level of play and coach-rated game intelligence are related to performance on design fluency in elite soccer players // *Scientific Reports*. – 2020. – № 10. – P. 9852.

235. Vinchur A. J., Schippmann J. S., Switzer F. S. III, Roth P. L. A meta-analytic review of predictors of job performance for salespeople // *Journal of Applied Psychology*. – 1998. – № 83 (4). – P. 586–597.

236. Vollmer B., Lundquist A., Mårtensson G., Nagy Z., Lagercrantz H., Smedler A. C., Forssberg H. Correlation between white matter microstructure and executive functions suggests early developmental influence on long fibre tracts in preterm born adolescents // *PLoS ONE*. – 2017. – № 12 (6). – P. e0178893.

237. Walton C. C., Keegan R. J., Martin M., Hallock H. The Potential Role for Cognitive Training in Sport: More Research Needed // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – № 9.

238. Welford A.T. *Fundamentals of Skill*. – Methuen, 1968.

239. Wiederman M. W. A Classroom Demonstration of Potential Biases in the Subjective Interpretation of Projective Tests // *Teaching of Psychology*. – 1999. – № 26 (1). – P. 37–39.

240. Willoughby M., Hong Y., Hudson K., Wylie A. Between- and within-person contributions of simple reaction time to executive function skills in early childhood // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2020. – № 192. – P. 104779.

241. Willoughby M. T., Camerota M., King K. M., Nduku T., Piper B. Leveraging item-level accuracy and reaction time to address ceiling effects in the measurement of inhibitory control in preschool-aged children // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – № 14. – P. 861441.

242. Willoughby M. T., Wirth R. J., Blair C. B. Family Life Project Investigators. Executive function in early childhood: longitudinal measurement invariance and developmental change // *Psychological Assessment*. – 2012. – № 24 (2). – P. 418–431.

243. Zelazo P. D., Carlson S. M. Hot and cool executive function in childhood and adolescence // *Child Development Perspectives*. – 2012. – № 6 (4). P. 354–360.

244. Zeng P., Hu X. A study of the psychological mechanisms of job burnout: implications of person-job fit and person–organization fit // *Frontiers in Psychology*. – 2024. – № 15.